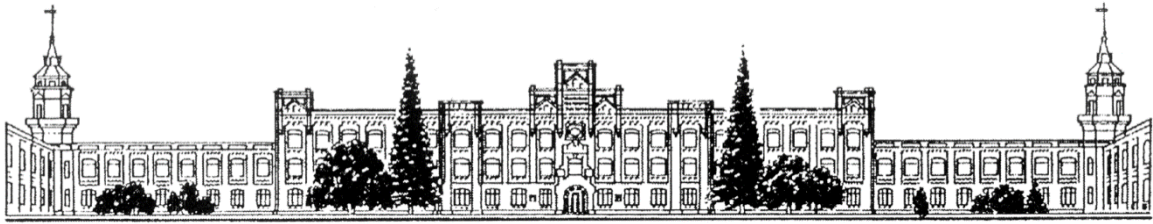


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»



ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НА ПЕОМ.
ЧАСТИНА 1.
ПРОГРАМУВАННЯ.
Лабораторний практикум з навчальної дисципліни

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник для
підготовки магістрів, які навчаються за спеціальністю
133 – «Галузеве машинобудування»»,
спеціалізація – «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання
виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів»*

(денна форма навчання)

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерні розрахунки на ПЕОМ. Частина 1. Програмування. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни: навч. посіб. для підготовки бакалаврів денної форми навчання за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування», спеціалізація – «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Д. Е. Сідоров, І. О. Казак, І. І. Івіцький. – Електронні текстові дані(1 файл: 1,686 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 66 с.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 13 від 22.11.2018 р.) за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету (протокол № 9 від 30.10.2018 р.)

ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НА ПЕОМ. ЧАСТИНА 1. ПРОГРАМУВАННЯ.
Лабораторний практикум з навчальної дисципліни

Укладачі:

*Сідоров Дмитро Едуардович., канд. техн. наук, доц.
Казак Ірина Олександрівна, канд. пед. наук
Івіцький Ігор Ігорович, канд. техн. наук*

Відповідальний редактор
Рецензент:

*Шаблій Т.О., докт. техн. наук, проф.
Коржик М.В., канд. техн. наук, доц.*

Призначення посібника – закріплення та поглиблення теоретичного програмного матеріалу дисципліни, набуття навичок з інженерних розрахунків на ПЕОМ за допомогою алгоритмічної мови Фортран, набуття досвіду у програмуванні обчислювальних інженерних задач та їх аналізу, розвиток алгоритмічного мислення студентів.

Посібник містить описи 7-ми лабораторних робіт. Для якісного виконання і самоконтролю студентів запропоновані контрольні запитання до кожної лабораторної роботи. Наприкінці посібника наведено перелік рекомендованих навчально-методичних матеріалів.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Інженерні розрахунки на ПЕОМ» викладається відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів денної форми навчання за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» і спеціалізацією «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів».

Зміст навчального посібника «Інженерні розрахунки на ПЕОМ. Частина 1. Програмування. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни» відповідає навчальній програмі з дисципліни «Інженерні розрахунки на ПЕОМ» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів».

В практичній діяльності інженера-механіка з галузевого машинобудування існує багато завдань, пов'язаних з необхідністю виконання важких та ресурсоемних обчислень. В цьому випадку доречно застосовувати призначену саме для таких випадків мову програмування Фортран. Вона використовується в інженерних розрахунках при обробці експериментальних даних, прогнозуванні навантаження, розрахунку і оптимізації режимів роботи технологічного обладнання, розподіленні технологічних ресурсів, проектуванні, при вирішенні багатьох інших завдань сучасного машинобудування.

Більшість спеціальних дисциплін для студентів машинобудівельних спеціальностей базується на знанні алгоритмічних мов і вмінні працювати з персональними електронно-обчислювальними машинами (ПЕОМ). Тому основне завдання лабораторного практикуму з дисципліни – це набути навичок виконання інженерних розрахунків за допомогою ПЕОМ, шляхом

застосування однієї з інженерно-орієнтованих алгоритмічних мов програмування – Фортран.

Алгоритмічна мова Фортран добре пристосована для навчання студентів методам процедурного програмування, має простий синтаксис і зрозумілу структуру програмної одиниці. Тому вона, як ніяка інша підходить для навчання інженерів-початківців.

В даному навчальному посібнику приділено увагу: операційній системі ПЕОМ і деяким її командам, основним правилам написання програмних одиниць на Фортрані, прикладам алгоритмізації і програмування, які зустрічаються в інженерній практиці машинобудівельних спеціальностей.

Основні етапи виконання кожного індивідуального завдання - написання, налагодження і виконання програми. Підготовку починають з вивчення теоретичного матеріалу за темою лабораторної роботи. Далі – розглядаються і виконуються приклади, що наведені у навчальному посібнику. Після цього студентом виконується індивідуальне завдання, номер якого відповідає номеру варіанту, який видається викладачем.

Текст програми студенти можуть готувати до початку занять, налагодження і розрахунків виконують в комп'ютерному класі. Перевірку правильності одержаних результатів студент здійснює самостійно.

Переконавшись у правильності результатів, студенти оформлюють звіт і захищають його. Викладач має право повернути на доопрацювання недбало оформлений або з помилками звіт, а також не зарахувати роботу, якщо теоретична підготовка студента недостатня.

В загальному випадку, виконання індивідуального завдання на ПЕОМ складається з наступних етапів:

- отримання і аналіз індивідуального завдання;
- вибір методу розв'язання;
- розробка алгоритму;

- складання таблиці ідентифікаторів;
- написання програми;
- налагодження програми;
- отримання коду, що виконується;
- виконання програми при заданих значеннях вихідних даних і аналіз результатів;
- оформлення звіту.

Програмування складається з двох етапів: розробка алгоритму і написання програми.

Алгоритмом називають систему формальних правил, яка однозначно веде до розв'язання даної задачі.


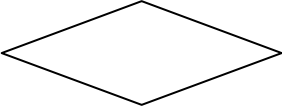
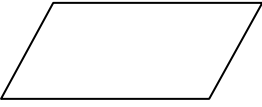

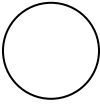

Алгоритм прийнято представляти у вигляді блок-схем – графічного подання, яке доповнюється елементами словесного запису. Кожний пункт алгоритму відображається на схемі у вигляді умовних графічних позначень - блоків. Найбільш уживані блоки наведені в табл. 1.

Звіт з виконання індивідуального завдання з кожної лабораторної роботи оформлюється на аркушах формату А4 і повинен мати наступну структуру:

- прізвище (ім'я та по-батькові) студента, позначення його групи, номер варіанту індивідуального завдання лабораторної роботи;
- мету роботи;
- основні теоретичні відомості згідно з метою роботи.
- завдання згідно до варіанту;
- блок-схеми алгоритмів розв'язання завдання;
- таблиці ідентифікаторів;
- роздруковані програми та результати розрахунків (належні файли та працездатність програм демонструються також на ПЕОМ);
- аналіз результатів розрахунків;

— висновки, що пов'язані з метою роботи та містять аналіз помилок, які допущенні студентами при підготовці програми та виявлені при її налагодженні та роботі.

Таблиця 1. Найбільш вживані блоки

Найменування	Позначення	Зображена функція
Блок обчислень		Виконання дій, в результаті яких змінюються значення даних
Логічний блок		Вибір напрямку виконання алгоритму в залежності від деяких умов (оператори IF, ELSE IF)
Блок введення-виведення даних		Введення-виведення даних (оператори DATA, READ, WRITE)
Пуск-зупинка		Початок чи кінець обробки даних
З'єднувач		Позначення зв'язків між частинами блок-схеми, розташованими на різних сторінках
6. Цикл		Повторення операцій (оператор циклу DO)

Примітка: завдання першої, другої і сьомої лабораторних робіт має підготовчий характер, і відповідно – спрощену структуру.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПЕОМ. ОПЕРАЦІЙНА СИСТЕМА.

ДЕЯЕКІ КОМАНДИ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Мета роботи: знайомство з технічними засобами у залі обчислювальної техніки, операційною системою та командами роботи з нею.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

До технічних засобів ПЕОМ відносяться, наприклад, процесор, вінчестер, відеоадаптер, оперативна пам'ять, приводи дисків, монітор, клавіатура (стандартна має 102-104 клавіші), миша, ін.

Програмне забезпечення, що надається виробником технічного засобу для забезпечення його повноцінної роботи називають драйвером. Драйвер вбудовується в операційну систему і становиться її невід'ємною частиною, що забезпечує функціонування ПЕОМ.

До периферійних пристроїв ПЕОМ відносяться: колонки, принтер, сканер, зовнішній жорсткий диск, ін.

POST-тест – самостійне, автоматичне тестування технічних засобів ПЕОМ при вмиканні живлення.

Результати POST-тесту видаються на екран монітору одразу ж після вмиканні ПЕОМ. Кожна ПЕОМ може мати свої особливості роботи і відображення результатів POST-тесту на екрані (наприклад, може бути за необхідне нажаття клавіші TAB). Для того, щоб зафіксувати інформацію на екрані, можна тимчасово зупинити виконання тесту, якщо нажати клавішу PAUSE.

За умови успішного виконання POST-тесту, далі завантажується операційна система.

Дискова операційна система – це комплект програмного забезпечення, що розташовано на диску (жорсткому, або ін.), та забезпечує базові функції ПЕОМ: роботу технічних засобів ПЕОМ та периферійних пристроїв, надає первинний інтерфейс людина – ПЕОМ та прикладна програма – ПЕОМ.

Найбільш поширеними операційними системами для ПЕОМ є системи лінійки MS Windows, Linux. Кожна з них має відмінності як за призначенням, так й за синтаксисом команд, але системи корпорації Microsoft мають сумісний синтаксис команд.

Приклади внутрішніх команд: COPY, MD, VER, DEL, SET, TYPE, ін.

Приклади зовнішніх команд: FDISK, FORMAT, MOUSE, ін.

Команди ОС можна запускати з консолі або з командної строки.

Деякі команди ДОС:

- *cmd* або *command(cmd.exe або command.com)* – запуск інтерпретатора (створити консоль);
- *ver* – версія операційної системи;
- *vol* – параметри диска (*vol C:* – інформація щодо диску C про мітки та серійний номер);
- *dir* – файловий склад папки(*dir D:*– список файлів, каталогів у кореневому каталозі диску D);
- *type* – вивід змісту текстового файлу на екран (консоль);
- *md* або *mkdir*– (make directory) створити директорію;
- *cd*– (change directory) змінити активний каталог;
- *cls* – очистка екрану;
- *copy* – копіювання файлів (*copy m.txt m1.txt*– копіювання файлу *m.txt* в файл *m1.txt*; *copy m1.txt+m2.txt m.txt* – копіювання файлів *m1.txt* і *m2.txt* в файл *m.txt*);
- *del* – видалення файлів;
- *exit* – закрити консоль;

Використовуються маски: * – всі символи, ? – один будь якій символ (*del *.txt*– видалення всіх файлів з розширенням *txt*, *del *.**– видалення всіх файлів з любым розширенням).

Перенаправлення потоку: > – вхідного (ввід); < – вихідного (вивід); >>– перенаправлення з додаванням.

Наприклад: *vol D: >> disk.txt*

Перенаправимо інформацію, яка видає команда *vol* про мітки та серійні номери диска *D* не на консоль, а в файл *disk.txt*.

Коротку довідку про будь яку команду ОС можна отримати за допомогою параметру */?*.

Наприклад, введемо до командної строки: *TYPE /?*

Результат: Вивід на екран змісту текстових файлів.

TYPE [диск:][шлях] ім'я_файлу

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Ознайомиться з технічними засобами ПЕОМ, зробити записи в протоколі. Записати до протоколу результати POST-тесту.

2. Ознайомиться з встановленою на ПЕОМ операційною системою, програмним забезпеченням для розділення ресурсів користувачів та прикладним програмним забезпеченням. Занести до протоколу цю інформацію, процедуру входу в систему, а також, ім'я користувача та пароль доступу. Зробити записи в протоколі.

3. Ознайомиться з оболонкою FAR (NC, VC, іншою) та записати до протоколу призначення функціональних клавіш та комбінацій клавіш. За допомогою FAR виконати дії: відкрити диск C:, D:, іншого; змінити панель, що активна; сховати/показати панель (панелі); створити каталог; створити файл; редагувати файл; зберегти файл; копіювати файл (каталог); змінити назву файлу; видалити файл.

4. За допомогою внутрішнього редактора FAR скласти текстовий файл *prvt.txt* з привітанням та особистими даними студента. Занести зміст до протоколу.

5. Вивчити команди *VER, VOL, DIR, COPY, TYPE* у консолі.

6. Скласти пакетний командний файл *номер_за списком.bat*, що виконує наступні дії:

- формує файл *ver.txt* з описом версії операційної системи;

- формує файл *disk.txt*, що містить метки та серійні номери усіх жорстких дисків;
- формує файл *dir.txt*, що містить опис змісту активного каталогу.
- копіює усі сформовані файли до файлу *inf.txt* та виводить його зміст на екран.

При виконанні завдання п.6 доцільно користуватися командами *VER*, *VOL*, *DIR*, *COPY*, *TYPE*.

7. Занести до протоколу файл *inf.txt*. Зробити висновки по роботі.
8. Вивчити самостійно команди *MD*, *RD*, *COPY*, *TYPE*, *DEL*, *CD*, *VER*, *VOL*, *DIR*, маски *, ?, перенаправлення >, >>.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке дискова операційна система?
2. Які види пам'яті застосовується у ПЕОМ?
3. Як називається програмне забезпечення, що надається виробником технічного засобу для забезпечення його повноцінної роботи?
4. Які внутрішні і зовнішні команди операційної системи Вам відомі?
5. Що таке POST-тест?
6. Які оболонки користувача та файлові менеджери Вам відомі?

Література: [1-7].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

РОБОТА З СИСТЕМАМИ ПРОГРАМУВАННЯ ФОРТРАН

Мета роботи: набути навичок роботи з компілятором ФОРТРАНу.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Програма на алгоритмічній мові ФОРТРАН є звичайним текстовим файлом що має відповідне розширення, наприклад *PROG.FOR* (розширення

“FOR”), та складена за правилами мови програмування ФОРТРАН. ФОРТРАН є компілятором, тобто транслює текст такого файлу у файл з машинними кодами. Останній може бути доведено до стану файлу що виконується, наприклад *PROG.EXE*.

Файли, що закінчуються на ".f", ".F", ".for" і ".FOR", повинні бути складені у фіксованому форматі, що є сумісним з файлами f77. Файли, що закінчуються на ".f90", ".F90", ".f95", ".F95", ".f03" і ".F03", тощо, повинні містити код у вільному форматі запису операторів.

Усі компілятори є багатопрохідними. Наприклад, процедура трансляції вихідного файлу транслятором Microsoft Fortran 77 v 3.31 полягає у послідовному запуску для вихідного файлу програми *FOR1.EXE*, що готує тимчасові файли, програми *PAS2.EXE*, яка робить з них об’єктний модуль. Після чого слід запустити програму *LINK.EXE* для отриманого об’єктного файлу. Результатом її роботи буде файл що виконується.

Такі дії слід повторювати кожен раз, якщо вихідний файл було змінено. Для автоматизації роботи з цим компілятором можна скласти пакетний командний файл.

Файловий склад Microsoft Fortran 77 v5.0: *F1.EXE* – перший прохід компілятора; *F2.EXE* – другий прохід компілятора; *F3.EXE*, *F3S.EXE* – третій прохід компілятора; *FL.EXE* – головний файл для керування процесом компіляції; *FL.HLP* – файл з описом параметрів для *FL.EXE*; *LLIBFOR7.LIB*, *FRIFOR.LIB* – стандартні бібліотеки; *LINK.EXE* – редактор зв’язків. Головний файл *FL.EXE* виконує керування всіма етапами компіляції і лінкуванням, проте, отримати файл, що виконується можливо також за таких дій:

Компіляція: *FL.EXE - C PRG.FOR*

Лінкування: *LINK.EXE PRG.OBJ ,,,,*

Файловий склад Silverfrost FTN95 for Microsoft® .NET and Win32: *FTN95.EXE* – компілятор ФОРТРАНу; *SLINK.EXE* – редактор зв’язків;

SALSLIBC.DLL і *SALSLIBC.LIB* – динамічна і статична стандартні бібліотеки. Головний файл *FTN95.EXE* виконує керування всіма етапами компіляції і лінуванням.

Процедура компіляції: *FTN95.EXE PRG.FOR*

Тільки лінування: *SLINK.EXE PRG.OBJ*

Список параметрів (допомога): *FTN95.EXE /?*

Компіляція і лінування: *FTN95.EXE PRG.FOR /LINK*

Компіляція, лінування і виконання: *FTN95.exe PRG.FOR /Lgo*

Опція розширеної статистики: *FTN95.EXE /STATistics*

Компілятор G95 вільно розповсюджуваний. Проект G95 було розпочато однією людиною, Ендрю Вотом (AndrewVaught), на початку 2000 року.

Далі наведені приклади використання параметрів командного рядку G95.

Компілює *prg.f90* до об'єктного файлу *prg.o*: *g95 -cprg.f90*

Компілює *prg.f90* та лінує його до стану файлу, що виконується *a.exe*: *g95 prg.f90*

Компілює декілька вихідних файлів. Якщо все добре, створюються об'єктні файли *h1.o*, *h2.o* та *h3.o*: *g95 -c h1.f90 h2.f90 h3.f90*

Компілює декілька вихідних файлів і об'єднує їх у виконуваний файл *prg.exe*: *g95 -o prg.exe h1.f90 h2.f90 h3.f90*

Компілятор Intel (R) Fortran має наступний синтаксис командного рядку.

Компілює *prg.f90* та лінує його до стану файлу, що виконується *prg.exe*: *ifort prg.for*

Загальний синтаксис команди: *ifort [опції] file1 [file2] ...*

fileN – це файли на мові ФОРТРАН, об'єктні файли, бібліотеки об'єктів або інші файли для компіляції і лінування. Опції можуть бути

відсутніми. Повний список опцій можна подивитися по команді *manifort* (або *ifort /help*);

Команда *ifort* інтерпретує вхідні файли за розширенням імені файлу: з розширенням *.f90* інтерпретуються як файли у вільному форматі запису, а з розширенням *.f*, *.for* або *.ftn* інтерпретуються як фіксована форма запису вихідного коду.

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Скласти та зберегти текстовий файл *PRG.FOR* з вихідним кодом, наприклад, наступного змісту:

```
WRITE(*,*) ' ***** Hello, world !! ***** '
```

```
PAUSE
```

```
STOP
```

```
END
```

2. За вказівкою викладача знайти місце знаходження файлів MS Fortran 77 v 3.31. Записати до протоколу шлях до файлів, версію компілятора та файловий склад. Виконати компіляцію вихідного файлу за окремими проходами та запустити отриманий файл. Порядок дій записати до протоколу.

3. Скласти пакетні командні файли для автоматизації процесу компіляції вихідних файлів (для MS Fortran 77 v 3.31). Виконати компіляцію вихідного файлу за допомогою складеного пакетного командного файлу та запустити отриманий файл. Порядок дій записати до протоколу. Для складання пакетного командного можна користуватись наступним прикладом.

```

@ECHO OFF
SET TMP=E:\TEMP
CLS
COPY %1.FOR REZERV.TXT
D:\DOS\F77\FOR1.EXE %1.FOR;
IF ERRORLEVEL 2 GOTO END
D:\DOS\F77\PAS2.EXE
D:\DOS\F77\LINK.EXE %1.obj ,, D:\DOS\F77\FORTRAN.LIB
D:\DOS\F77\MATH.LIB
COPY REZERV.TXT %1.FOR
:END

```

В першу чергу слід уважно передивитися шляхи, де розташовані файли ФОРТРАНУ. Також потрібно передбачити коментарі для кожної команди та вивід інформаційних повідомлень про хід компіляції.

4. За вказівкою викладача знайти місце знаходження файлів MS Fortran 77 v 5.0. Записати до протоколу шлях до файлів, версію компілятора та файловий склад. Виконати компіляцію вихідного файлу за окремими проходами та запустити отриманий файл. Порядок дій записати до протоколу.

5. Скласти пакетні командні файли для автоматизації процесу компіляції вихідних файлів (для MS Fortran 77 v 5.0). Виконати компіляцію вихідного файлу за допомогою складеного пакетного командного файлу та запустити отриманий файл. Порядок дій записати до протоколу.

6. За вказівкою викладача знайти місце знаходження файлів Silverfrost FTN95 for Microsoft ® .NET and Win32. Записати до протоколу шлях до файлів. Виконати компіляцію вихідного файлу за допомогою компілятора Silverfrost FTN95 for Microsoft ® .NET and Win32 та запустити отриманий файл. Порядок дій записати до протоколу.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які є види мов програмування, до якого виду відноситься ФОРТРАН?
2. Якій порядок отримання файлів *.o, *.obj, *.exe. Що це за файли і для чого потрібні?
3. На якому проході компілятор виконує перевірку синтаксису вихідного коду?
4. Призначення програм *LINK.EXE*, *LIB.EXE*?
5. Де зберігаються тимчасові файли, що будує компілятор?
6. Файловий склад компілятора. Призначення кожного файлу.

Література: [2, 3, 6, 7]

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 ОПЕРАЦІЇ ВВЕДЕННЯ ТА ВИВЕДЕННЯ, ОБЧИСЛЕННЯ АРИФМЕТИЧНИХ ВИРАЗІВ

Мета роботи: навчитись застосовувати дані різних типів, оператори вводу та виводу; здобути навички запису арифметичних виразів.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Для завдання початкових значень змінним у програмі застосовують оператор *DATA*. Оператор *DATA* встановлюється у програмі після операторів об'явлення типів даних, наприклад, *REAL*, *INTEGER*.

Оператор *DATA* розміщує данні в області пам'яті з короткими швидкими адресами, що значно підвищує швидкість роботи з ними.

Після оператора *DATA* у програмі записують оператори, що виконуються, тобто ті, які змінюють значення змінних та оператори введення і виведення.

Операції введення і виведення забезпечують інтерфейс людини з програмою. Для консольного введення і виведення використовуються оператори *PRINT*, *WRITE*, *READ*.

Для виконання обчислень ФОРТРАН має набір стандартних функцій, які знаходяться у бібліотеках стандартного постачання системи програмування ФОРТРАН.

Таблиця 3.1. Деякі стандартні функції ФОРТРАНу

Математичні функції	Функції ФОРТРАНу	Примітка
$\sin x$	$\sin(x)$	аргумент тригонометричних функцій повинен бути визначений в радіанах
$\cos x$	$\cos(x)$	
$\operatorname{tg} x$	$\tan(x)$	
$\operatorname{ctg} x$	$\cotan(x)$	
$\operatorname{sh} x$	$\sinh(x)$	
$\operatorname{ch} x$	$\cosh(x)$	
$\operatorname{th} x$	$\tanh(x)$	результат визначення функцій буде надано в радіанах
$\arcsin x$	$\operatorname{arsin}(x)$	
$\arccos x$	$\operatorname{arccos}(x)$	
$\operatorname{arctg} x$	$\operatorname{atan}(x)$	
\sqrt{x}	$\operatorname{sqrt}(x)$	
e^x	$\operatorname{exp}(x)$	
$\ln x$	$\operatorname{alog}(x)$	
$\lg x$	$\operatorname{alog10}(x)$	
$ x $	$\operatorname{abs}(x)$	модуль від x
x^n	$x^{**}n$	
$\min\{x_1, x_2\}$	$\min(x_1, x_2)$	Вибір мінімального
$\max\{x_1, x_2\}$	$\max(x_1, x_2)$	Вибір максимального
-	$\operatorname{char}(n)$	Відображення символу по його номеру
-	$\operatorname{ichar}('A')$	Отримання номера символу по його відображенню

Арифметичний вираз у ФОРТРАНі може мати змінні, константи, функції, знаки арифметичних дій та з'єднувальні знаки. Основні символи, які застосовуються у ФОРТРАНі: 26 латинських літер, цифри, знаки $+$, $-$, $/$,

*, **, (,), =, ., , ?, !. У виразах застосовують тільки круглі дужки і не застосовують фігурні або прямокутні.

Пріоритети арифметичних дій в арифметичних виразах у мові програмування ФОРТРАН збігаються з загальновідомими пріоритетами дій в математиці.

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Студент спочатку повинен розібрати приклад, вміти пояснити його елементи, реалізувати його на ПЕОМ, виправити помилки та добитися вірних результатів його роботи. Після цього, за умови відсутності боргів, він допускається до виконання лабораторної роботи і отримує індивідуальне завдання до самостійного виконання.

Згідно завдання робота виконується у 3-х варіантах:

1) з використанням операторів явного завдання типів даних і оператору DATA;

2) без застосування операторів завдання типів та з використанням оператору DATA.

3) без застосування операторів завдання типів і оператору DATA, з діалоговим режимом роботи користувача.

Приклад. Димові гази з пічної установки виводяться крізь димову трубу висота якої $H = 19$ м. Склад газів: $CO_2 = 12,7 \%$; $O_2 = 4,9 \%$; $N_2 = 77,5 \%$; $H_2O = 4,9 \%$. Визначити швидкість газів W та супутні величини, якщо їх температура $T_e = 273 + 250$ К. Густина повітря у навколишньому середовищі $\rho_n = 1,216$ мл/м³, $T_0 = 273$ К, $g = 9,81$ м/с². Розрахункові формули:

$$W = \sqrt{\frac{2(\rho_n - \rho_e)gH}{27,3\rho_e}};$$

$$\rho_e = \frac{M}{22,4} \frac{T_0}{T_0 + T_e}; M = \frac{(44 \cdot CO_2 + 32 \cdot O_2 + 28 \cdot N_2 + 18 \cdot H_2O)}{100}.$$

Таблиця 3.2. Таблиця відповідності ідентифікаторів

№ п/п	За текстом	У програмі	Числове значення	Одиниці вимірю- вання	Тип	Запис (вводу)	Прим.
1	CO_2	CO2	12,7	%	Real	12.7	
2	O_2	O2	4,9	%	Real	4.9	
3	N_2	AN2 (N2)	77,5	%	Real	77.5	
4	H_2O	H2O	4,9	%	Real	4.9	
5	T_e	TG	273+250	$^{\circ}C$	Real	250.	
6	ρ_v	ROB	1,216	кг/м ³	Real	1.216	
7	T_0	T0	273	К	Real	273.	
8	H	H	19	М	Real	19.	
9	g	G	9,81	м/с ²	Real	9.81	
10	ρ_e	ROG	Обчислюється	кг/м ³	Real		
11	M	AM (M)	Обчислюється		Real		
12	W	W	Обчислюється	м/с	Real		

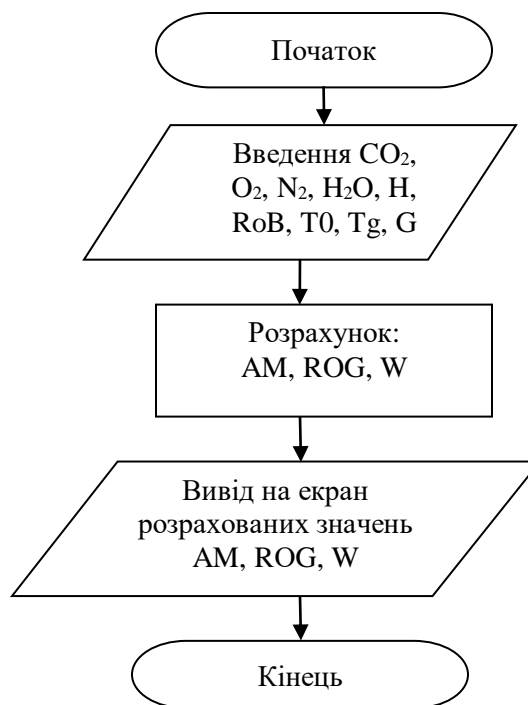


Рис. 3.1. Блок – схема алгоритму розрахунку до прикладу

Виконання прикладу завдання з використанням операторів явного завдання типів даних і оператора DATA, форматне виведення результатів

Текст програми (1)

```
PROGRAM Lab31
DATA CO2,O2,AN2,H2O,ROB,T0,G,H /12.7,4.9,77.5,4.9,
*1.216,273.,9.81,19./
C    ВИВІД НА ЕКРАН ВИХІДНИХ ДАНИХ
      WRITE(*,10) CO2,O2,AN2,H2O,TG,ROB,T0,G,H
10  FORMAT(3X,5H CO2=,F6.2,4H O2=,F6.2,5H AN2=,F6.2,
* 5H H2O=,F6.2,4H TG=,F6.0,5H ROB=,F6.4,4H T0=
*,F6.0,3H G=,F6.3,3H H=,F6.1)
C    РОЗРАХУНОК АРИФМЕТИЧНИХ ВИРАЗІВ
      TG=273.+250.
      AM=(44.*CO2+32.*O2+28.*AN2+18.*H2O)/100
      ROG=(AM/22.4)*T0/(T0+TG)
      W=SQRT(ABS(2.*(ROB-ROG)*G*H/(27.3*ROG)))
C    ВИВІД НА ЕКРАН РЕЗУЛЬТАТІВ
      WRITE(*,20) AM,ROG,W
20  FORMAT(3X,4H AM=,E12.5,5H ROG=,E12.5,3H W=,E12.5)
C    ЗАКІНЧЕННЯ
      STOP
      END
```

Виконання прикладу завдання з використанням операторів явного завдання типів даних і оператора DATA.

Текст програми (2)

```
PROGRAM Lab32
```

IMPLICIT NONE

C Завдання типів даних

REAL CO2,O2,N2,H2O,ROB,G,TG,T0,H,ROG,M,W

C Вихідні дані

*DATA CO2/12.7/,O2/4.9/,N2/77.5/,H2O/4.9/,ROB/1.216/,
T0/273./,G/9.81/,H/19./

C Розрахунок арифметичних виразів

TG=273.+250.

*M=(44.*CO2+32.*O2+28.*AN2+18.*H2O)/100*

*ROG=(AM/22.4)*T0/(T0+TG)*

W=SQRT(2.(ROB-ROG)*G*H/27.3/ROG)*

C Вивід результатів

WRITE(,*) ' M=', M, ' ROG=', ROG, 'kg/m3', ' W=', W, 'm/c'*

STOP

END

Виконання прикладу завдання без використання операторів явного завдання типів даних, з оператором DATA

Текст програми (3)

PROGRAM Lab33

*DATA CO2,O2,AN2,H2O,ROB,T0,G,H /12.7,4.9,77.5,4.9,
,1.216,273.,9.81,19./

C ВИВІД НА ЕКРАН ВИХІДНИХ ДАНИХ

WRITE(,*) '*****INPUT DATA:'*

WRITE(,*) ' CO2=', CO2, ' O2='O2, ' AN2=', AN2*

WRITE(,*) ' H2O =', H2O, 'TG =', TG, ' ROB =', ROB*

WRITE(,*) ' T0=', T0, 'G=', G, 'H=', H*

C РОЗРАХУНОК АРИФМЕТИЧНИХ ВИРАЗІВ

TG=273.+250.

```

AM=(44.*CO2+32.*O2+28.*AN2+18.*H2O)/100
ROG=(AM/22.4)*T0/(T0+TG)
W=SQRT(ABS(2.*(ROB-ROG)*G*H/(27.3*ROG)))
WRITE(*,*) '*****SOLVED DATA:'
WRITE(*,*) '      AM= ', AM
WRITE(*,*) '      ROG= ', ROG
WRITE(*,*) '      W= ', W
STOP
END

```

Результати роботи програми.

M= 29.7380000 ROG= 6.929864E-001kg/m³ W= 3.2102520m/c

Stop - Program terminated.

Виконання прикладу завдання без застосування операторів завдання типівданих і оператора DATA, з діалоговим режимом роботи користувача

Текст програми (4)

PROGRAM Lab34

C Завдання на екран вихідних даних

```

WRITE(*,*)'*****INPUT DATA*****'
WRITE(*,*)'CO2= '
READ(*,*)CO2
WRITE(*,*)'O2= '
READ(*,*)O2
WRITE(*,*)'AN2= '
READ(*,*)AN2
WRITE(*,*)'H2O= '
READ(*,*)H2O

```

WRITE(,*)'ROB= '*

READ(,*)ROB*

WRITE(,*)'G= '*

READ(,*)G*

WRITE(,*)''T0= '*

READ(,*)T0*

C Розрахунок арифметичних виразів

TG=273.+250.

*AM=(44.*CO2+32.*O2+28.*AN2+18.*H2O)/100*

*ROG=(AM/22.4)*T0/(T0+TG)*

W=SQRT(2.(ROB-ROG)*G*H/27.3/ROG)*

C Вивід результатів

WRITE(,*) ' M=', AM, ' ROG=', ROG, 'kg/m3', ' W=', W, 'm/c'*

STOP

END

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Основні символи ФОРТРАНу.
2. Типи даних. Чому застосовуються різні типи даних. Призначення типів.
3. Постійні. Змінні. Постійні та змінні цілого та дійсного типів.
4. Символи арифметичних операцій. Порядок виконання арифметичних операцій. Застосування дужок.
5. Стандартні функції.
6. Оператори вводу і виводу.

Література: [1, 4, 5, 7].

ЗАВДАННЯ

1. Визначити час, що необхідний для спорожнення бака діаметром $D = 1$ м. Бак наповнено на висоту $h = 2$ м. Отвір у днищі $d = 3$ см. Коефіцієнт витрати $\alpha = 0,61$; $g = 9,81$ м/с², $\pi = 3,1415$. Формула для обчислення:

$$\tau = \frac{2f\sqrt{h}}{\alpha f_0 \sqrt{2g}},$$

де $f = \pi \frac{D^2}{4}$ – площа перерізу ємності м²; $f_0 = \pi \frac{d^2}{4}$ – площа отвору, м².

2. Визначити значення критерію Рейнольдса Re в міжтрубному просторі теплообмінника типу “труба у трубі” та супутні величини, якщо труби мають нутрішні діаметри $d_1 = 22$ мм, $d_2 = 51$ мм, товщину стінки $\delta_1 = 2$ мм, $\delta_2 = 2,5$ мм; масова витрата рідини $\nu = 1,730$ кг/с, динамічна в’язкість $\mu = 1,2 \cdot 10^{-3}$ Па·с, густина $\rho = 1150$ кг/м³. Формули для обчислення:

$$Re = \frac{\omega d_3}{\mu} \rho; d_3 = d_2^1 - d_1; \omega = \frac{\nu}{0.785 \rho [(d_2^1)^2 - d_1^2]}; d_2^1 = d_2 - 2\delta_2.$$

3. Повітря масою 1 кг при початкових параметрах: тиск $P_1 = 1 \cdot 10^5$ Па, температура $T_1 = 303$ К стискується за адіабатою до $P_2 = 1 \cdot 10^6$ Па. Знайти кінцевий об’єм повітря при $R = 292,7$ Дж/(кг·К), $K = 1,4$, використовуючи формулу:

$$V_2 = \frac{RT_1}{P_1} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{1/K}.$$

4. Визначити об'ємні витрати повітря за нормальних умов та супутні величини, якщо воно проходить по трубах теплообмінника (зовнішній діаметр $d^1 = 20$ мм, товщина стінки $\delta = 2$ мм число труб $\eta = 100$), швидкість $\omega = 9$ м/с при $T = 333$ К, тиск $P_{MAN} = 2 \cdot 10^5$ Па, барометричний тиск $P_{BAR} = 1,68 \cdot 10^5$ Па, $\rho_0 = 1.293$ кг/м³, $T_0 = 273$ К. Формули для обчислення:

$$V_0 = \frac{M}{\rho_0}; M = \omega \eta 0.785 d^2 \rho; \rho = \rho_0 \frac{PT_0}{P_0(T_0 - T)}; d = d^1 - 2\delta; P = P_{BAR} + P_{MAN}.$$

5. Знайти діаметр трубопроводу для транспортування водню при масових витратах $V = 0,04$ кг/с та супутні величини. Довжина трубопроводу $L = 1000$ м. Корисне падіння тиску $\Delta P = 1080$ Па. Густина водню $\rho = 0,0825$ кг/м³; $\lambda = 0,03$. Формули для розрахунків:

$$d = c \sqrt{\frac{LW^2 \rho}{\Delta P}}; \quad c = \sqrt[5]{\frac{\lambda}{2 \cdot 0.785^2}}; \quad W = \frac{V}{\rho}.$$

6. Визначити зміщення серединної лінії труби гідроциліндра з розмірами $r_{вн} = 0,1$ м, $r_{зов} = 0,25$ м та супутні величини, якщо діє навантаження тиском $P_{вн} = 200$ МПа, $P_{зов} = 80$ МПа. Гідроциліндр зроблений з сталі з коефіцієнтом Пуассона $\mu = 0,3$; модулем пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; $n = 2$. Розрахункова формула:

$$U = \frac{1 - \mu}{E} \frac{r_{вн}^n P_{вн} - r_{зов}^n P_{зов}}{r_{зов}^n - r_{вн}^n} r_{сер} + \frac{1 + \mu}{E} \frac{r_{вн}^n r_{зов}^n (P_{зов} - P_{вн})}{(r_{зов}^n - r_{вн}^n) r_{сер}}, \quad \text{де } r_{сер} = \frac{r_{вн} + r_{зов}}{2}.$$

7. Розрахувати коефіцієнт тепловіддачі α та критерій Нусельта Nu , в цементній обертовій печі при температурі $t_r = 1600$ °С, температурі

футерівки $t_{\phi} = 1100^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт чорноти поверхні $C = 1,18$. Швидкість руху потоку $\omega_r = 6 \text{ м/с}$, теплопровідність $\lambda_r = 0,048 \text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$, кінематична в'язкість $\nu_r = 80,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Діаметр печі $D_{\Pi} = 4,6 \text{ м}$, $m = 4$. Розрахункові формули:

$$\alpha = \frac{Nu \lambda_r}{D_{\Pi}} + \frac{C_6 \left[\left(\frac{T_r + 273}{100} \right)^m - \left(\frac{T_{\phi} + 273}{100} \right)^m \right]}{(T_r - T_{\phi})}; \quad Nu = 0.418 \left(\frac{\omega_r D_{\Pi}}{\nu_r} \right)^{0.67}.$$

8. Визначити напруження P від гарячої посадки, що виникає на стику двох складених труб. Величина натягу $\delta = 12 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, радіуси першої труби r_a дорівнює $0,1 \text{ м}$, радіус контакту труб $r_b = 0,3 \text{ м}$, пружний радіус другої труби $r_c = 0,4 \text{ м}$. Труби виконані з однакової сировини з модулем пружності $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $k = 3$, $n = 2$. Розрахункова формула:

$$P = \frac{\delta E}{2r_b^k} \frac{(r_c^n - r_b^n)(r_b^n - r_a^n)}{r_c^n - r_a^n}.$$

9. Визначити критичну швидкість течії сухої водяної пари (м/с) при початковому тиску $P_1 = 1 \cdot 10^6 \text{ Па}$, питомий об'єм $V_1 = 0,263 \text{ м}^3/\text{кг}$, показник політропи $k = 1,135$ та $g = 9,81 \text{ м/с}^2$. Розрахункова формула:

$$W_{kp} = \sqrt{kg \frac{2}{k+1} P_1 V_1}.$$

10. Знайти жорсткість D та максимальний прогин W_{\max} пластинки радіуса $r = 0,2 \text{ м}$, товщиною $h = 0,03 \text{ м}$, що жорстко закріплена по контуру та піддана дії рівномірно розподіленого навантаження $q = 0,3 \text{ МПа}$ при модулі пружності $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Розрахункові формули:

$$W_{\max} = \frac{qr^n}{64D}; \quad D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu)}.$$

Коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,3$ та $n = 4$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

УМОВНІ ОПЕРАТОРИ УПРАВЛІННЯ, ОПЕРАТОР БЕЗУМОВНОГО ПЕРЕХОДУ

Мета роботи: набути навичок програмування мовою ФОРТРАН розгалужених розрахункових процесів.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

До операторів управління у програмах ФОРТРАНу відносяться такі оператори: оператори безумовного переходу, умовні оператори управління, оператор вибору, оператори циклів.

Виконання програми відбувається зліва направо, зверху до низу. Оператори управління застосовуються для зміни цього встановленого порядку виконання програми.

До операторів безумовного переходу відносяться оператори *GOTO*.

Арифметичний умовний оператор управління має наступний синтаксис.

IF(A) M1, M2, M3

В цьому виразі: *IF* – арифметичний умовний оператор; *A* – арифметичний вираз; *M1*, *M2*, *M3* – мітки, на які передається управління у програмі.

Якщо $A < 0$, то управління у програмі передається на мітку *M1*, якщо $A = 0$, то управління у програмі передається на мітку *M2*, якщо $A > 0$, то управління у програмі передається на мітку *M3*.

Логічний умовний оператор управління має наступний синтаксис.

IF(L) <оператор>

В цьому виразі: *IF* – логічний умовний оператор; *L* – логічний вираз; *<оператор>* – один оператор, що виконується, якщо $L = .TRUE$. (за виключенням оператору циклу та умовних операторів управління).

Блочний умовний оператор управління має наступний синтаксис.

IF (L1) THEN

<IF-блок 1>

ELSEIF (L2) THEN

<IF-блок 2>

...

ELSE

<ELSE-блок >

END IF

де *IF*, *THEN*, *ELSE*– ключові слова блочного умовного оператора управління; *L1*, *L2*, – логічні вирази; *<IF-блок 1>*, *<IF-блок 2>*, *<ELSE-блок>* – блоки, що містять один або більше операторів, які виконуються за умовами.

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Студент спочатку повинен розібрати приклад, вміти пояснити його елементи, реалізувати його на ПЕОМ, виправити помилки та добитися вірних результатів його роботи. Після цього він допускається до виконання лабораторної роботи і отримує завдання.

Згідно до кожного завдання розробляються наступні варіанти програмного забезпечення: 1) з використанням умовних арифметичних операторів управління; 2) з використанням умовних логічних операторів управління; 3) з використанням умовних блочних операторів управління.

Бажаємо забезпечити введення з клавіатури величин, що приймаються для тестування програм і можуть бути оперативно змінені (за вказівкою викладача).

Приклад. Обчислити середній коефіцієнт тепловіддачі α для трансформаторної олії, що тече в трубі діаметром $d = 0,08$ м, труба має довжину $L = 1$ м, якщо швидкість води $w = 0,6$ м/с (та може змінюватися користувачем), кінематична в'язкість води $\nu = 7,58 \cdot 10^{-6}$ м²/с, $Pr=111$, $\lambda_p = 0,108$ Вт/(м·К), $g=9,81$ м/с². Формули для розрахунків:

$$\alpha = \frac{Nu \lambda_p}{d}; Nu = \begin{cases} 1,55(Re Pr \frac{d}{L})^{0,33} \varepsilon, & \text{якщо } Re < 2300 \\ 7,5 Pr^{0,43} \varepsilon, & \text{якщо } Re > 2300 \end{cases}; \varepsilon = 0,1 \frac{(\frac{1}{Re} \frac{L}{d})^{-1/7}}{1 + 2,5 \frac{1}{Re} \frac{L}{d}}; Re = \frac{wd}{\nu}.$$

Таблиця 4.1. Таблиця відповідності ідентифікаторів

№	За текстом	У програмі	Числове значення	Одиниці вимірювання	Тип	Запис
1	d	D	0,08	м	Real	.08
2	L	AL	1	м	Real	1.
5	w	W	0,6	м/с	Real	.6
6	g	G	9,81	м/с ²	Real	9.81
7	ν	V	$7,58 \cdot 10^{-6}$	м ² /с	Real	0.758E-05
8	λ_p	ALMD	0,108	Вт/(м*К)	Real	.108
9	Pr	PR	111		Real	111.
10	Re	RE	Обчислюється		Real	

12	ε	E	Обчислюється		Real	
3	Nu	ANU	Обчислюється		Real	
4	α	ALFA	Обчислюється	Вт/(м ² *К)	Real	

1) З використанням умовних арифметичних операторів управління

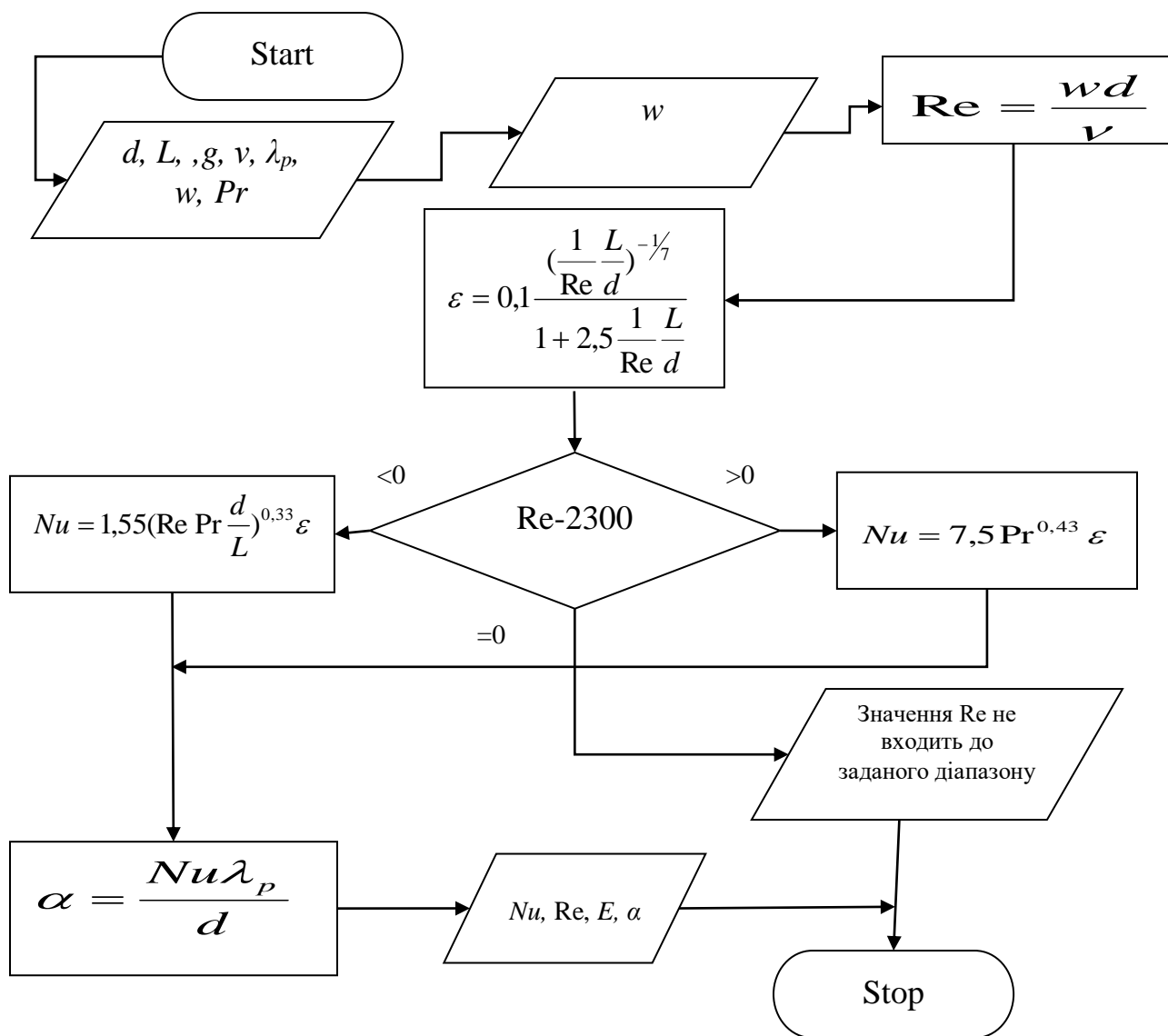


Рис. 4.1. Блок – схема алгоритму до прикладу з використанням арифметичних операторів управління

Текст програми

PROGRAM LBPR41

C ЗАВДАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

DATA D/.08/,G/9.81/,AL/1./,V/.758E-05/,ALMD/.108/,PR /111./

```

WRITE(*,*) 'INPUT W:'
READ(*,*) W
C   РОЗРАХУНОК АРИФМЕТИЧНИХ ВИРАЗІВ
    RE=W*D/V
    E=(.1*(AL/(RE*D))**(-1./7.))/(1.+2.5*AL/(RE*D))
C   Логічні дії
    IF(RE-2300.)20,50,40
20  ANU=1.55*(RE*PR*D/AL)**.33*E
    GOTO 30
40  ANU=7.5*(PR**.43)*E
30  ALFA=ANU*ALMD/D
    GOTO 100
50  STOP '****INCORRECT DATA FOR RE****'
C   ВИВІД РЕЗУЛЬТАТІВ
100 WRITE(*,*) 'RE=',RE,'E=',E,'NU=',ANU
    WRITE(*,*) 'ALFA=',ALFA,'VT/(M2*K)'
    STOP
    END

```

2) З використанням умовних блочних операторів управління.

Текст програми

Program LBPR72

C Завдання вихідних даних

DATA D/.08/,G/9.81/,AL/1./,V/.75E-05/,ALMD/.108/,PR /111./

WRITE(*,*) 'INPUT W:'

READ(*,*) W

C Розрахунок арифметичних виразів

RE=W*D/V

E=(.1*(AL/(RE*D))**(-1./7.))/(1.+2.5*AL/(RE*D))

С Логічні дії

IF(RE.LT.2300.)THEN

ANU=1.55*(RE*PR*D/AL)**0.33*E

ELSE IF (RE.GT.2300.)THEN

ANU=7.5*PR**.43*E

ELSE

STOP '****INCORRECT DATA FOR RE****'

END IF

ALFA=ANU*ALMD/D

С Вивід результатів

WRITE(*,*) 'Re= ',RE, 'E= ',E, 'NU= ',ANU,'

WRITE(*,*)ALFA= ',ALFA,'Vt/(m2*K)'

PAUSE

STOP

END

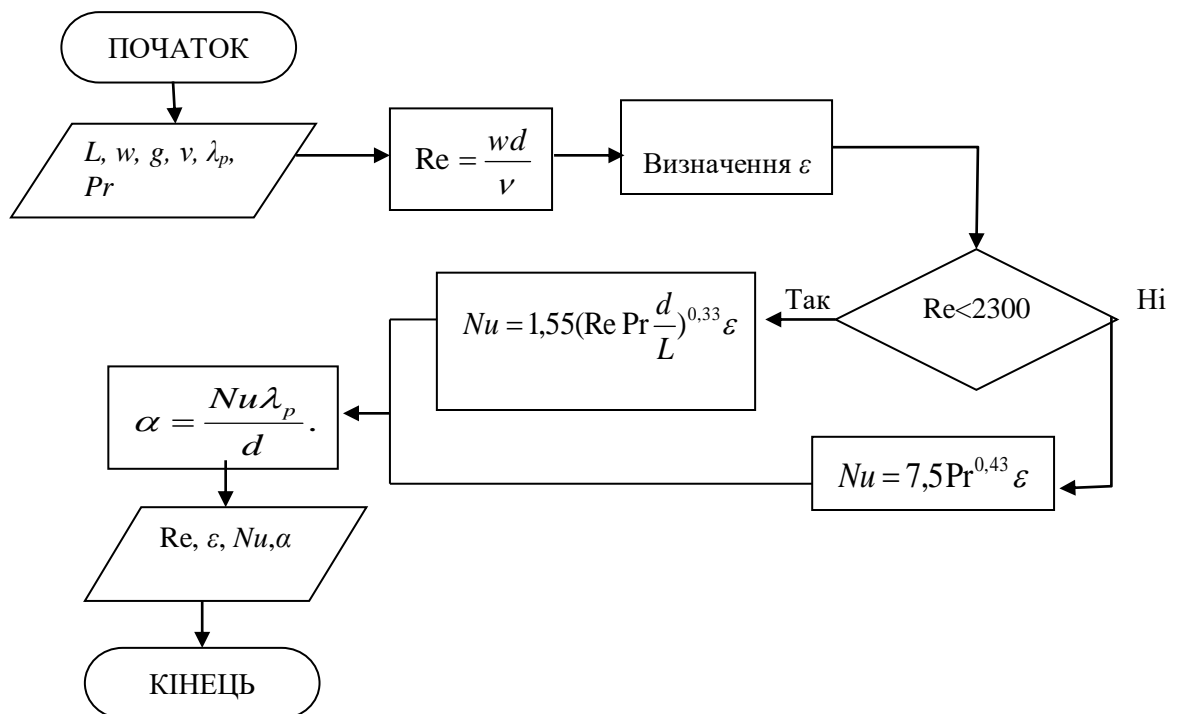


Рис. 4.2. Блок – схема алгоритму до прикладу з використанням умовних логічних або блочних операторів управління

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть приклади розгалужених розрахункових процесів.
2. Наведіть фрагмент блок-схеми програми, що включає оператор умовного переходу.
3. Наведіть синтаксичну форму арифметичного оператора умовного переходу.
4. Наведіть синтаксичну форму логічного оператора умовного переходу. Що таке логічні вирази?
5. Опишіть оператор безумовного переходу.

Література: [1, 2, 3, 7].

ЗАВДАННЯ

1. Відомі фізичні константи рідини, яка протікає по трубопроводу:
 $\lambda = 0,103 \text{ Вт/(м·К)}$; $C_p = 2,04 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$; $\mu_c = 0,198 \cdot 10^{-3} \text{ Па·с}$;
 $\mu_{жс} = 29,7 \text{ Па·с}$; $Re = 1500$; геометричні розміри: $l = 1,1 \text{ м}$; $d = 0,072 \text{ м}$.
Визначити коефіцієнт опору тертю ε при в'язкій течії рідини за формулами:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\kappa} \left(\frac{\mu_c}{\mu_{жс}} \right)^n; \quad \varepsilon_{\kappa} = \frac{64}{Re}; \quad n = C \left(Pe \frac{l}{d} \right)^m \left(\frac{\mu_c}{\mu_{жс}} \right)^{-0,9}; \quad \pi = 3,1415;$$

$$Pe \frac{l}{d} = \frac{4G C_p}{\pi l \lambda}; \quad \begin{cases} C = 2,31; m = -0,3, & \text{якщо } Pe \frac{l}{d} \leq 1500; \\ C = 0,535; m = -0,1, & \text{якщо } Pe \frac{l}{d} > 1500. \end{cases}$$

Прийняти: $G=2,3 \cdot 10^{-5}$.

2. Мідний дріт діаметром $d = 0,02$ м підвішений в потоці повітря, швидкість якого v . Фізичні властивості повітря: $\nu_T = 15,06 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; $\lambda_T = 2,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Прийняти $v=1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Визначити коефіцієнт тепловіддачі α поверхні проводу до повітря та супутні величини за формулами:

$$\alpha = Nu_T \frac{\lambda_T}{d}; \quad Re = \frac{vd}{\nu_T}; \quad Nu_T = \begin{cases} 0,44 Re^{0,5}, & 10 \leq Re \leq 1 \times 10^3; \\ 0,22 Re^{0,6}, & 1 \times 10^3 < Re \leq 2 \times 10^5. \end{cases}$$

3. Трубка діаметром $d = 12$ мм, охолоджується водою, параметри якої: $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; $\lambda = 0,572 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; $Pr = 9,4$; $Pr_c = 3,6$. Визначити коефіцієнт тепловіддачі α поверхні трубки та супутні величини за формулами:

$$\alpha = Nu \frac{\lambda}{d}; \quad Re = \frac{Ud}{\nu}; \quad Nu = \begin{cases} 0,5 Re^{0,5} Pr^{0,38} \left(\frac{Pr}{Pr_c} \right)^{0,25}, & 8 \leq Re \leq 1 \times 10^3; \\ 0,25 Re^{0,6} Pr^{0,38} \left(\frac{Pr}{Pr_c} \right)^{0,25}, & 1 \times 10^3 < Re \leq 2 \times 10^5. \end{cases}$$

Прийняти швидкість потоку води $U=0,85$ м/с.

4. Визначити величину теплового потоку q від калорифера діаметром $d = 0,012$ м до повітря, якщо калорифер має температуру $t_c = 70$ °С. Повітря має середню температуру $t_n = 22$ °С, рухається зі швидкістю $V = 2,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ та характеризується наступними теплофізичними величинами:

$$\nu_m = 15,061 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}, \quad \lambda_m = 2,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$$

Використані формули:

$$q = \alpha (t_c - t_m) \pi d; \quad \alpha = Nu_m \frac{\lambda_m}{d} \varepsilon; \quad Nu_m = 0,22 Re^{0,6}; \quad Re = \frac{Vd}{\nu_m}.$$

$$\text{Прийняти } \varepsilon = \begin{cases} 1, & \varphi = 90^\circ; \\ 0,93, & \varphi = 60^\circ; \\ 0,66, & 60^\circ > \varphi \geq 30^\circ. \end{cases}$$

Де φ – кут атаки потоку повітря обирає користувач.

5. Визначити температуру T на глибині L стінки сушильної камери виготовленої з червоної цегли товщиною $\delta_1 = 0,25$ м, теплопровідністю $\lambda_1 = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{C}}$, що покрита ззовні термopокриттям товщиною δ_2 (значення вивести на друк), теплопровідність $\lambda_2 = 0,047 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}}$. Питомі втрати теплоти крізь стінку складають $q = 112 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{K}}$. Температура стінок камери: внутрішньої – $T_B = 100^\circ\text{C}$, зовнішньої – $T_3 = 25^\circ\text{C}$. Формули:

$$\delta_2 = \lambda_2 \frac{T_B - T_3}{q}; \quad T_c = T_3 + q \frac{\delta_2}{\lambda_2};$$

$$T = \begin{cases} T_B - \frac{T_B - T_c}{\delta_1} L, & 0 \leq L \leq \delta_1; \\ T_c - \frac{T_c - T_3}{\delta_2} L, & \delta_1 < L \leq \delta_2 + \delta_1. \end{cases}$$

Прийняти: $L = 0,21$ м.

6. Визначити величину питомого теплового потоку Φ з поверхні циліндричної секції батареї в оточуюче середовище, якщо фізичні коефіцієнти:

$$\nu_m = 16,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; \quad \lambda_m = 2,66 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{мK}}; \quad \beta = \frac{1}{273 + t_m}; \quad Pr = 0,7; \quad g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Формули:

$$\Phi = \alpha (t_c - t_m) \pi d; \quad Nu = C (GrPr)^n; \quad \alpha = Nu \frac{\lambda_m}{d}; \quad GrPr = \frac{gd^3 \beta (t_c - t_m)}{\nu_m^2} Pr;$$

$$\begin{cases} C = 0,75, \quad n = 0,25, & 1 \cdot 10^3 \leq (Gr \, Pr) \leq 1 \cdot 10^9; \\ C = 0,15, \quad n = 0,33, & (Gr \, Pr) > 6 \cdot 10^{10}. \end{cases}$$

Прийняти: $t_c = 220 \, ^\circ\text{C}$; $t_m = 35 \, ^\circ\text{C}$ – температура, відповідно, батареї та навколишнього середовища; $d = 0,36 \, \text{м}$ – діаметр циліндричної секції.

7. З резервуара, тиск та температура в якому стали величини ($P_0 = 6,3 \, \text{МПа}$; $T_0 = 370 \, \text{К}$), через конфузorne сопло, в апарат подається кисень, де тиск падає до P_{cp} . Показник адіабати кисню $k = 1,42$. Фізичні коефіцієнти: $R = 8314 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; $\mu = 32$. Визначити швидкість V втікання кисню та супутні величини за формулами:

$$\beta = \frac{P_{cp}}{P_0}; \quad \beta_{kp} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k+1}}; \quad V = \begin{cases} \sqrt{\left[2 \frac{k}{k-1} \frac{R}{\mu} T_0 \left[1 - \left(\frac{P_{cp}}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \right]} & \text{при } \beta > \beta_{kp}; \\ \sqrt{\left[2 \frac{k}{k-1} \frac{R}{\mu} T_0 \right]} & \text{при } \beta \leq \beta_{kp}. \end{cases}$$

Прийняти $P_{cp} = 3,2 \, \text{МПа}$.

8. На циліндр, що складений з натягом $\delta = 12,3 \cdot 10^{-5} \, \text{м}$ з двох шарів розмірами $a = 0,2 \, \text{м}$, $b = 0,25 \, \text{м}$, $c = 0,33 \, \text{м}$, діє зовнішній ($P_3 = 330 \, \text{МПа}$) та внутрішній ($P_B = 78 \, \text{МПа}$) тиск. Модуль пружності матеріалу циліндра $E = 2,3 \cdot 10^5 \, \text{МПа}$. Визначити напруження σ_τ та супутні величини за формулами:

$$P = \frac{\delta E}{2b^3} \frac{(c^2 - b^2) \cdot (b^2 - a^2)}{c^2 - a^2}; \quad \sigma_\tau = \sigma_1 + \sigma_2; \quad \sigma_2 = \frac{a^2 P_B^2 - c^2 P_3}{c^2 - a^2} - \frac{(P_B - P_3) a^2 c^2}{r^2 (c^2 - a^2)};$$

$$\sigma_1 = \begin{cases} -\frac{Pb^2}{b^2 - a^2} \left(1 + \frac{a^2}{r^2} \right), & a \leq r \leq b; \\ \frac{Pb^2}{c^2 - b^2} \left(1 + \frac{c^2}{r^2} \right), & b < r \leq c. \end{cases}$$

Прийняти: $r = 0,23$ м.

9. Визначати кількість теплоти Q (та супутні величини), яку втрачає плоска поверхня розмірами $l = 2$ м та $a = 1,5$ м, при температурі $t_{нов} = 120$ °С, якщо її вздовж обтікає потік повітря зі швидкістю V та температурою $t_{новим} = 20$ °С. Фізичні параметри повітря:

$$\nu = 15,1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}, \quad \lambda = 0,0259 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}, \quad P_r = 0,703.$$

Формули для розрахунку:

$$Q = \alpha(t_{нов} - t_{новим})S; \quad S = 2la; \quad \alpha = Nu \frac{\lambda}{l}; \quad Re = \frac{Vl}{\nu};$$

$$Nu = \begin{cases} 0,67 Re^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}, & Re < 5 \cdot 10^3; \\ 0,032 Re^{0,8}, & Re > 5 \cdot 10^5. \end{cases}$$

$$\text{Прийняти: } V = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

10. Визначити температуру T (та супутні величини) на відстані L від гарячої стінки камери печі. Стінка складається з шару червоної цегли (товщиною $\delta_2 = 0,42$ м, теплопровідністю $\lambda_2 = 0,71 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$, її зовнішня поверхня нагріта до $T_3 = 40$ °С), та шару піношамоту ($\lambda_1 = 0,43 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; $\delta_1 = 0,3$ м). Поверхня піношамоту, що у камері, нагріта до $T_B = 1090$ °С. Формули для розрахунків:

$$k = \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right)^{-1}; \quad q = k(T_B - T_3); \quad T_c = T_B - q \frac{\delta_1}{\lambda_1};$$

$$T = \begin{cases} T_B - \frac{T_B - T_C}{\delta_1} L, & 0 < L \leq \delta_1; \\ T_C - \frac{T_C - T_3}{\delta_2} L, & \delta_1 < L \leq \delta_2 + \delta_1. \end{cases}$$

Прийняти: $L = 0,26$ м .

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

РОБОТА З ЕЛЕКТРОННИМИ ТАБЛИЦЯМИ. БУДУВАННЯ ДІАГРАМ

Мета роботи: набути навичок застосування електронних таблиць в інженерних розрахунках.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Найбільш поширеною з електронних таблиць є таблиці Excel. Дані в Excel зберігаються у виді книги (у виді аркушів). На кожному листі - таблиця. Дані записуються до файлу, що містить всю книгу. Документ потрібно зберегти під своїм ім'ям. Створення нової книги виконується за допомогою меню *Файл*. За замовчуванням, Excel завантажує порожню форму. Кожна комірка містить дані. Тип даних – цифрові, дата, час, ін. В комірках можуть бути також формули, що починаються зі знака "=". Графіки можуть бути побудовані по наявній таблиці даних за допомогою *майстра діаграм*.

Якщо таблиця даних знаходиться у файлі, який не є файлом Excel (наприклад, у текстовому файлі), то дані такого файлу потрібно імпортувати до Excel.

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Засобами Excel обчислити залежності $y = f(x)$ та $q = q(x)$ (дивись завдання).
2. Побудувати діаграму для отриманих функцій.
3. Дані, що розраховані, зберегти також як «текстовий файл MSDOS».
4. Знову експортувати дані текстового файлу до Excel за допомогою Майстера експортування.
5. Зробити записи про порядок дій при виконанні завдання.
4. Проаналізувати результати та відмитити область визначення функцій. Сформулювати висновки.

Для того, щоб одержати таблицю даних, наприклад, для залежності $y=2\sin x^2$, уводимо початкове значення (наприклад, 0) у комірку A1 і, клацнувши правою кнопкою мишки у правому нижньому куту комірки, розтягуємо область виділення до осередку A101. З'явиться контекстне меню, у якому потрібно вибрати пункт "*прогресія*", задати крок (наприклад 0,1) і кінцеве значення (10 для даного завдання). В комірку іншого стовпця (B1) уводимо формулу, відповідно до якої потрібно одержати таблицю даних ($=2*\sin(A1*A1)$). Лівою кнопкою мишки розтягуємо за правий нижній кут до B101. Excel поширить дію цієї формули на всі комірки стовпця, замінивши посилання A1 у ній на A2, A3 і т.д..

Щоб побудувати графік по наявній таблиці даних, виділяємо область даних (стовпець B1-B101), натискаємо кнопку "*майстердіаграм*", вибираємо тип діаграми і, використовуючи можливість попереднього перегляду, обираємо вид діаграми, сітки, легенди, шкали і т.д. Перед тим як натиснути кнопку "*готове*", вибираємо місце розміщення діаграми.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які переваги електронних таблиць перед класичними мовами програмування і які недоліки?
2. Запрограмуйте у Excel формулу для розрахунку площі круга.
3. Які види діаграм можна будувати у Excel?
4. Як зробити посилання на комірку, комірку на іншому листі?
5. Як змінити назву діаграми (колір, вид, підписи даних)?
6. Як побудувати декілька графіків на одній діаграмі?

Література: [7].

ЗАВДАННЯ

$$1. y = 26.8 * N \frac{\sin(\pi - 2\pi/3)}{c * q * k^c} + 3, \quad x = 0 \dots 2\pi, \quad N = 18.2, \quad k = 1.6, \quad c = 3$$

$$q = \begin{cases} q = 16, & \text{при } x = 0 \dots \pi \quad 0 \leq x < \pi \\ q = 2 * \cos x & \text{при } x = \pi \dots 2\pi \quad \pi \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$2. y = \frac{\sin(x - 2\pi/3) - 0.16c}{q^k * G} + 1 \quad x = 0 \dots 2\pi, \quad k = 2, \quad G = 2\pi, \quad c = 1.2$$

$$q = \begin{cases} 0.138 * c - 12, & \text{при } x = 0 \dots 2, \quad 0 \leq x < 2 \\ 12.1 * k - 4, & \text{при } x = 2 \dots \pi, \quad 2 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$3. y = \frac{2.16 \cos(x - 2\pi/3) - 32.1 * c}{25 * q * G^c} + 4 \quad x = 0 \dots 2\pi, \quad c = 0.12, \quad G = 124$$

$$q = \begin{cases} 12.65 * c - 0.143 & \text{при } x = 0 \dots 1, \quad 0 \leq x < 1 \\ 0.36 * G + 18.1 & \text{при } x = 1 \dots 2\pi, \quad 1 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$4. y = \frac{\sqrt{G * 2\pi/3} + \sin(x - 2\pi/3)}{12.6 * q * G^c} + 12.2, \quad x = 0 \dots 2\pi, \quad G = 118.1, \quad c = 0.33$$

$$q = \begin{cases} c + 1.1, & 0 \leq x < 1.1 \\ q = 0.625 + 14.2\pi * c, & 1.1 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$5. \ y = \frac{615 * \sqrt{G - \sin(x - 2\pi/3)}}{16.2 * q * c * (G - 3)} + 12, \ x = 0 \dots 2\pi, \ G = 76.2, \ c = 11$$

$$q = \begin{cases} q = \cos(x), & 0 \leq x < \pi/2 \\ q = 2\cos(x), & \pi/2 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$6. \ y = 18.7 \frac{tg(x)}{13.5 * c * G^c * q} - 2, \ x = 0 \dots \pi/4, \ c = 0.3, \ G = 18$$

$$q = \begin{cases} q = 16, & npu \ x = 0 \dots \pi/16 \\ q = 2\cos(x) \ npu \ \pi/16 < x \leq \pi/4 \end{cases}$$

$$7. \ y = tg(x) + \frac{18.7 \sin(x - 2\pi/3)}{q * c * G}, \ x = 0 \dots 2\pi, \ G = 11.1, \ c = 17.3$$

$$q = \begin{cases} q = 16.2 \ npu \ x = 0 \dots \pi/16 \\ q = \cos(x) \ npu \ \pi/16 < x \leq \pi/4 \end{cases}$$

$$8. \ y = \frac{\sin(x - 2\pi/3)}{q^k * G} - 0.16 * c, \ x = 0 \dots 2\pi, \ k = 0.25, \ G = 2\pi, \ c = 95$$

$$q = \begin{cases} 0.138 * c - 12, & 0 \leq x < 2 \\ 12.1 * k + 4, & 2 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$9. \ y = \frac{2.16 * \cos(x - 2\pi/3)}{25 * q * G^c} + 32.1 * c, \ x = 0 \dots 2\pi, \ c = 0.12, \ G = 124$$

$$q = \begin{cases} 6.2 * c - 12, & 0 \leq x < 1.1 \\ 0.36 * G + 18.1, & 1.1 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

$$10. \ y = \frac{\sqrt{G - \sin(x - 2\pi/3)}}{q * c * (G - 3)} + 6.12 * q, \ x = 0 \dots 2\pi, \ g = 76.1, \ c = 10$$

$$q = \begin{cases} q = \cos(x), 0 \leq x < \pi/2 \\ q = 2, \pi/2 \leq x \leq 2\pi \end{cases}$$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ЦИКЛІЧНІ ПРОЦЕСИ. ОРГАНІЗАЦІЯ ЦИКЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПЕРАТОРІВ IF ТА DO

Мета роботи: навчитись розробляти програми інженерних розрахунків, застосовуючи циклічні обчислювальні процеси.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Циклічні процеси створюють за допомогою наступних операторів управління: оператора безумовного переходу GOTO; умовних операторів управління IF (арифметичного, логічного, блочного); операторів циклу DO – мітка; DO – END DO; DO WHILE – END DO.

Блок операторів, які багато разів повторюються у циклі, називають тілом циклу. Розрізняють цикли з передумовою, цикли з постумовою, довічний цикл.

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Студент спочатку повинен розібрати приклади, вміти пояснити їх елементи, реалізувати їх на ПЕОМ, виправити помилки та добитися вірних результатів їх роботи. Після цього він допускається до виконання лабораторної роботи і отримує завдання.

Згідно завдання розробляється два варіанта програмного забезпечення:

- 1) організація циклів за допомогою умовних операторів управління,
- 2) організація циклів за допомогою оператора циклу DO.

До протоколу заноситься: ПІБ студента назва та мета роботи, завдання, таблиці ідентифікаторів, блок-схеми, розроблений вихідний код, результати розрахунків, графіки Excel за результатами розрахунків, висновки.

Приклад 1. Використання оператора IF для реалізації циклу.

Знайти розподіл напружень і переміщень у диску, що виникають під дією відцентрових сил. Внутрішній радіус диска $a = 0,1$ м, а зовнішній – $b = 0,3$ м. Швидкість обертання $\omega = 251,2$ рад/с. Диск виготовлений зі сталі, властивості якої: $\mu = 0,3$; $T = 7,65 \cdot 10^3$ Н/м³, $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па. $g = 9,81$ м/с². Обчислення виконати з кроком $\Delta r = 0,01$ м. Розрахунки виконати також для координат r : 0,112 м; 0,118 м; 0,205 м; 0,207 м; 0,223 м; 0,231 м; 0,235 м; 0,246 м; 0,268 м; 0,273 м; 0,289 м; 0,294 м. У програмі використовувати оператор IF. Напруження в дисках, що обертаються (σ_r – радіальні, σ_τ – тангенціальні) і переміщення U визначаються за допомогою виразів:

$$\sigma_r = \frac{3 + \mu}{8(1 - \mu^2)} EN(a^2 + b^2 - r^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2});$$

$$\sigma_\tau = \frac{3 + \mu}{8(1 - \mu^2)} EN(a^2 + b^2 - \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} r^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2});$$

$$U = \frac{Nr}{8} \left[\frac{3 + \mu}{1 + \mu} (a^2 + b^2) + \frac{3 + \mu}{1 - \mu} \frac{a^2 b^2}{r^2} r^2 \right], \text{ де } N = (1 - \mu^2) \gamma \omega^2 \frac{1}{gE}.$$

Блок-схему програми наведено на рис. 6.1.

Таблиця 6.1. Таблиця відповідності ідентифікаторів

№	За текстом	У програмі	Числове значення	Одиниця вимірюванн я	Тип	Запис
1	a	A	0,1	м	Real	.1
2	b	B	0,3	м	Real	.3
3	ω	W	251,2	рад/с	Real	251.2
4	μ	AM	0,3	-	Real	.3
5	γ	$GAMMA$	$7,65 \cdot 10^4$	Н/м ³	Real	7.65E04
6	E	E	$2 \cdot 10^{11}$	Па	Real	2.E11
7	g	G	9,81	м/с ²	Real	9.81
8	Δr	DR	0,01	м	Real	.01
9	N	AN	Обчислюється	-	Real	-
10	r	R	Обчислюється	м	Real	-
11	r	$RR(I)$	Обчислюється	м	Real	-
12	σ_r	SIR	Обчислюється	Па	Real	-
13	σ_τ	$SITAU$	Обчислюється	Па	Real	-
14	U	U	Обчислюється	м	Real	-

Текст програми з використанням оператора IF

PROGRAM LAB61

DIMENSION RR(12)

DATA A,B,AM,W,GAMMA,E,G,DR /.1,.3,.3,

**251.2,7.65E4,2.E11,9.81,.01/*

DATA RR /.112,.118,.205,.207,.223,.231,.235, 0.246,

**.268,.273,.289,.294/*

WRITE(,*)' _____INPUT DATA_____'*

WRITE(,*)' A=', A, ' B=', B*

WRITE(,*)' AM=', AM, ' W=', W*

WRITE(,*)' GAMMA=', GAMMA, ' E=', E*

WRITE(,*)' G=', G, ' DR=', DR*

*AN=(1.-(AM**2))*GAMMA*(W**2)/(G*E)*

R=A

WRITE(,*)' _____OUTPUT DATA_____'*

```

C    ЦИКЛ ДЛЯ R=R+DR
100  SITA U=(3.+AM)/(8.*(1.-(AM**2)))*E*AN*((A**2)+(B**2)-
      *(1+(3.*AM))*(R**2)/(3.+AM)+(A**2)*(B**2)/(R**2))
      SIR=(3.+AM)/(8.*(1.-(AM**2)))*E*AN*((A**2)+(B**2)-
      *(R**2)-((A*B)**2)/(R**2))
      S1=(3.+AM)*((A**2)+(B**2))/(1.+AM)
      S2=(3.+AM)*(A**2)*(B**2)/(1.-AM)
      U=(AN*R/8.)*(S1+S2)
      WRITE(*,*) '  R=',R,'M', '    SIR=', SIR, 'PA'
      WRITE(*,*) '  SITA U=',SITA U,'PA', '    U=',U,'M'
      R=R+DR
      IF(R-.3)100,100,200
200  WRITE(*,*) ' _____',

```

```

C    ЦИКЛ ДЛЯ RR(I)
      WRITE(*,*) ' _____OUTPUT DATA _____',
      I=1

```

C МЕТКА ПОВЕРНЕНИЯ

```

10  CONTINUE
      SITA U=(3.+AM)/(8.*(1.-(AM**2)))*E*AN*((A**2)+(B**2)-
      *(1+(3.*AM))*( RR(I)**2)/(3.+AM)+(A**2)*(B**2)/( RR(I)**2))
      SIR=(3.+AM)/(8.*(1.-(AM**2)))*E*AN*((A**2)+(B**2)-
      *( RR(I)**2)-((A*B)**2)/( RR(I)**2))
      S1=(3.+AM)*((A**2)+(B**2))/(1.+AM)
      S2=(3.+AM)*(A**2)*(B**2)/(1.-AM)
      U=(AN* RR(I)/8.)*(S1+S2)
      WRITE(*,*) '  I=', I, '  RR(I)=',RR(I),'M', '    SIR=', SIR, 'PA'
      WRITE(*,*) '  SITA U=',SITA U,'PA', '    U=',U,'M'
      I=I+1

```

IF(I.LE.12) GOTO 10

WRITE(,*)' _____ ,*

STOP

END

Результати роботи програми

_____INPUT DATA_____

A= 0.100000 B= 0.300000

AM= 0.300000 W= 251.200

GAMMA= 76500.0 E= 2.000000E+11

G= 9.81000 DR= 1.000000E-02

_____OUTPUT DATA_____

R= 0.100000 M SIR= 0.725917 PA

SITAU= 3.739774E+07PA U= 7.223085E-06M

R= 0.110000 M SIR= 2.744271E+06PA

SITAU= 3.398178E+07PA U= 7.945393E-06M

.....

R= 0.300000 M SIR= 0.725917 PA

SITAU= 1.180981E+07PA U= 2.166925E-05M

_____OUTPUT DATA_____

I= 1 RR(I)= 0.112000 M SIR= 3.188540E+06PA

SITAU= 3.339550E+07PA U= 8.089854E-06M

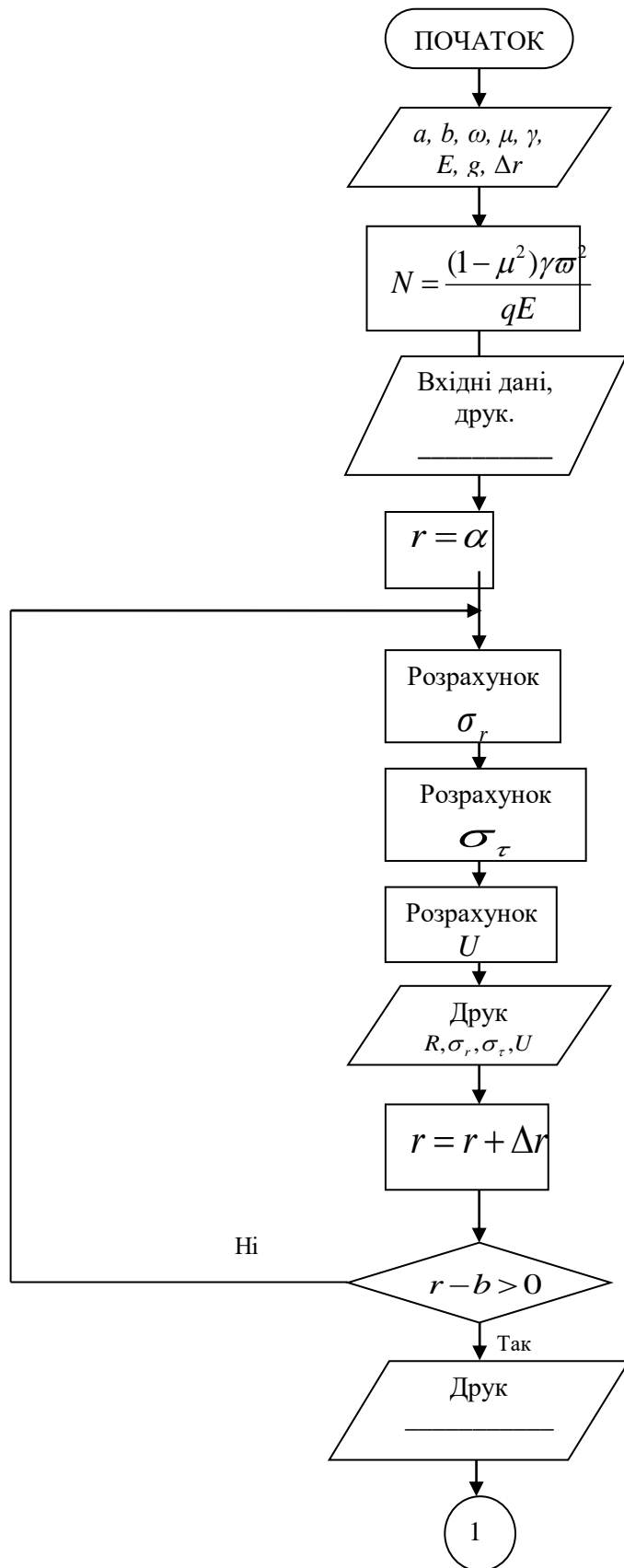
I= 2 RR(I)= 0.118000 M SIR= 4.351795E+06PA

SITAU= 3.179086E+07PA U= 8.523239E-06M

.....

I= 12 RR(I)= 0.294000 M SIR= 639731. PA

SITAU= 1.231002E+07PA U= 2.123587E-05M



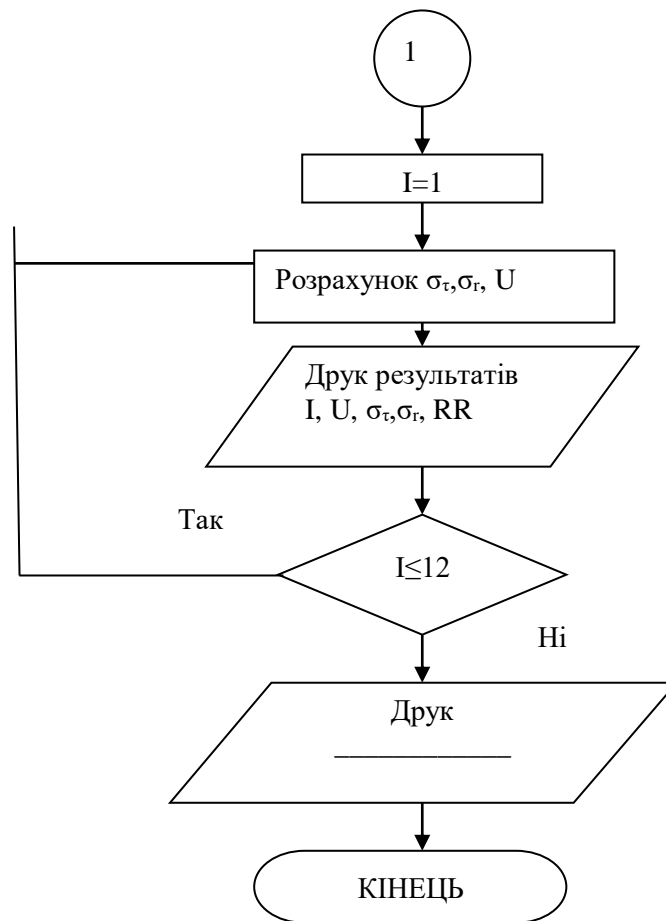


Рис. 6.1 Блок –схема програми з використанням оператора IF

Приклад 2. Використання оператора *DO* для організації циклу. Обчислити значення питомого теплового потоку та коефіцієнт тепловіддачі α при випромінюванні у випадку нагрівання сталевної заготовки в муфельній печі в залежності від температури заготовки. Відношення площі поверхні печі до площі поверхні заготовки $\frac{F_1}{F_2} = 5$. Температура поверхні печі $T_1 = 1273$ К, для температури T_2 заготовки прийняти значення: 353 К, 423 К, 473 К, 523 К, 573 К, 673 К, 773 К, 873 К, 1073 К; $C_0 = 5,67$ Вт/(м²·К⁴), $\varepsilon_1 = 0,3$; $\varepsilon_2 = 0,8$.
Формули для розрахунків:

$$q = \frac{C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{200} \right)^4 \right]}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}; \quad \alpha = \frac{q}{T_1 - T_2}.$$

Таблиця 6.2. Таблиця відповідностей ідентифікаторів

За текстом	У програмі	Числове значення	Одиниця вимірювання	Тип	Запис
T_1	T1	1273	К	Real	1273.
T_2	T2(I)	353...1073	К	Real	353., , 1073.
N	N	9	-	Real	9.
F_1/F_2	F12	5	-	Real	5.
C_0	C0	5,67	Вт/(м ² ·К ⁴)	Real	5.67
ε_1	E1	0,3	-	Real	.3
ε_2	E2	0,8	-	Real	.8
q	Q	Обчислюється	Вт/м ²	Real	-
α	ALFA	Також	Вт/(м ² ·К)	Real	-

Текст програми з використанням оператора DO.

PROGRAM LAB62

DIMENSION T2(9)

DATA T1,N,F12,E1,E2,C0 /1273.,9.,5.,.3.,.8,5.67/,

**T2 /353.,423.,473.,523.,573.,673.,773.,873.,1073./*

WRITE(,*)' _____INPUT DATA_____ '*

WRITE(,*)'T1=',T1,' N=',N*

WRITE(,*)' F12=',F12,' E1=',E1*

WRITE(,*)' E2=',E2,' C0=',C0*

WRITE(,*)' T2=',T2*

WRITE(,*)' _____OUTPUT DATA_____ '*

S=(1./E1)+(F12((1./E2)-1.))*

DO 50 I=1,N


```

      Q=C0*((T1/100.)**4.-(T2(I)/100.)**4.)/S
      ALFA=Q/(T1-T2(I))
      WRITE(*,*)I,' T2(I)=',T2(I),'C', ' Q=',Q,VT/M2' ALFA=',ALFA,
      *'VT/(M2·K)'
50    CONTINUE

      WRITE(*,*)' _____ '
      STOP
      END

```

Результати роботи програми

```

      _____INPUTDATA_____
T1=  1273.00      N=      9
      F12=  5.00000      E1=  0.300000
      E2=  0.800000      C0=  5.67000
      T2=  353.000      423.000      473.000      523.000      573.000
673.000
      773.000      873.000      1073.00
      _____OUTPUT DATA_____
I=  1  T2(I)=  353.000  C  Q=  32295.3  VT/M2ALFA=  35.1036  T/(M2K)
I=  2  T2(I)=  423.000  C  Q=  32091.4  VT/M2ALFA=  37.7545  T/(M2K)
I=  3  T2(I)=  473.000  C  Q=  31868.2  VT/M2ALFA=  39.8352  T/(M2K)
I=  4  T2(I)=  523.000  C  Q=  31561.8  VT/M2ALFA=  42.0825  T/(M2K)
I=  5  T2(I)=  573.000  C  Q=  31153.8  VT/M2ALFA=  44.5055  T/(M2K)
I=  6  T2(I)=  673.000  C  Q=  29949.6  VT/M2ALFA=  49.9160  T/(M2K)
I=  7  T2(I)=  773.000  C  Q=  28070.5  VT/M2ALFA=  56.1410  T/(M2K)
I=  8  T2(I)=  873.000  C  Q=  25301.9  VT/M2ALFA=  63.2547  /(M2K)
I=  9  T2(I)=  1073.00  C  Q=  16089.1  VT/M2ALFA=  80.4453  T/(M2K)

```

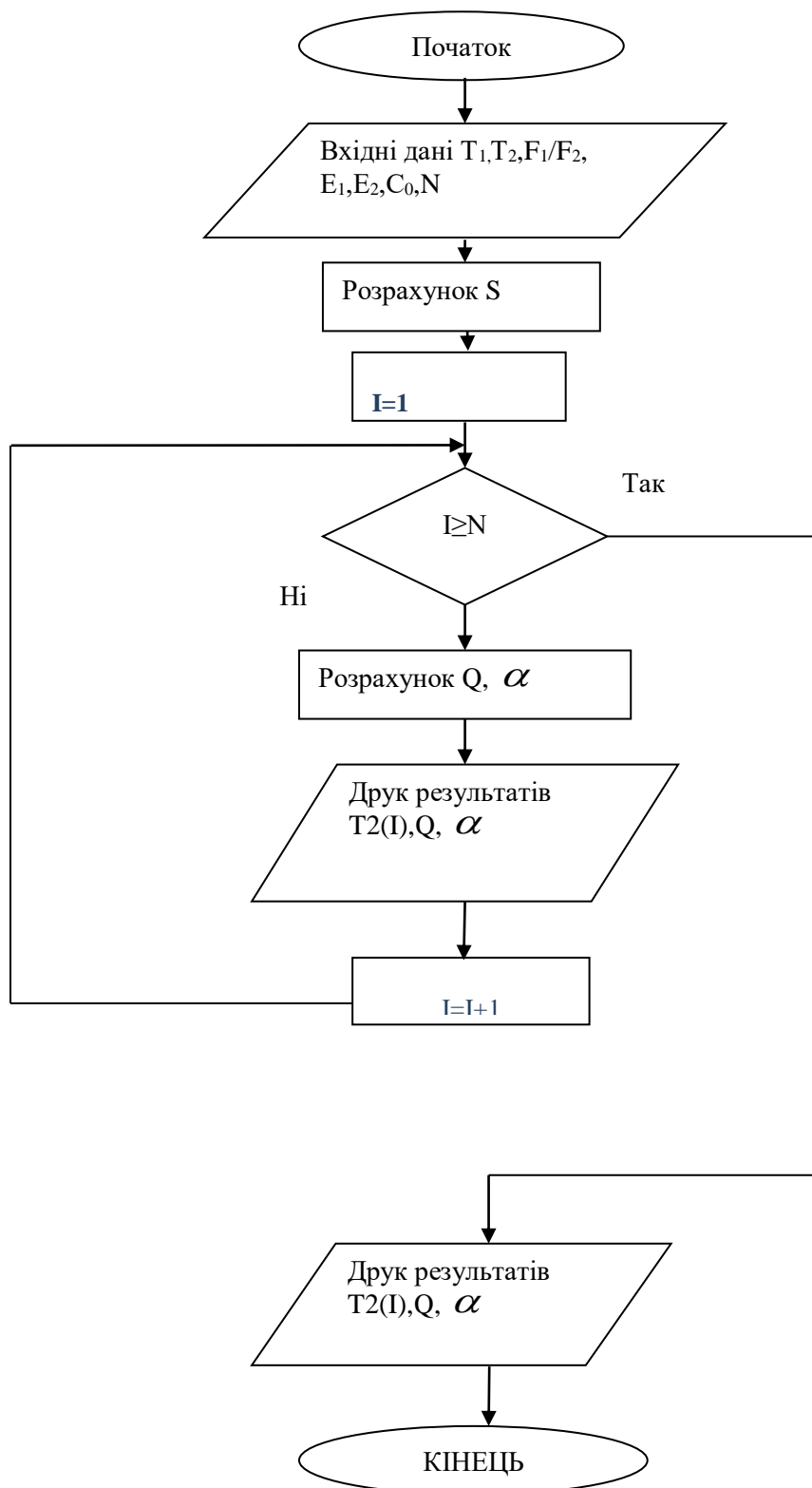


Рис. 6.2. Блок-схема програми з використанням оператора DO

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У яких випадках застосовуються циклічні обчислювальні процеси?

2. За допомогою яких блоків можливо відобразити циклічний обчислювальний процес?

3. Оператори, що використовуються для організації циклів.

4. Правила використання оператора циклу.

5. Поняття масиву даних. Розмірність масиву. Оператори оголошення масиву. Дії над масивами, елементами та індексами елементів масивів.

Література: [1, 3, 4, 7].

ЗАВДАННЯ

1. Визначити коефіцієнт збагачення K_f , вміст металу (Fe) у породі C_{Fe} (у відсотках), ступінь вилучення металу ς , кількість концентрату, виробленого фабрикою за рік M_k (у тонах). Річний видобуток складає $M = 100$ тис. т на рік. Вміст пустих порід: $R = 100 - C_k$. Формули для розрахунку:

$$C_{Fe} = C_0 \frac{100}{100 + R}; \varsigma = \frac{C_k}{C_{Fe}} \frac{C_{Fe} - C_t}{C_k - C_t}; M_k = M \frac{1}{K_f}; K_f = \frac{1}{\varsigma} \frac{C_k}{C_{Fe}}.$$

Виконати два варіанта розрахунків:

1) Вміст металу в руді $C_0 = 42,4$ %; при цьому вміст металу у концентратах $C_k = 92$ % та вміст металу у хвостах $C_t = (3...12)$ %, прийняти крок зміни $\Delta C_t = 0,5$ %.

2) Для вмісту металу у хвостах $C_t = 4,7$ % виконати розрахунки при відповідних C_0 та C_k :

C_0 , %	41,2	44	46,1	38,6	40	40	40	42	43	44	37,9	38,5	39	39
C_k , %	90,6	92	91,2	92,2	90	96	93,3	90	90	91	90,2	91	91,2	92

1. Для пластини з розміром $l = 1,8$ м в турбулентному повздовжньому потоці повітря зі швидкістю $V = 78$ м/с визначити значення місцевого коефіцієнта тепловіддачі α і товщину прикордонного слою δ : а) для координат x (за розміром l) від 0,01 м до 1,7 м з кроком 0,01 м; б) для координат x (за розміром l), що приймають значення: 0,03 м; 0,06 м; 0,09 м;

0,12 м; 0,15 м; 0,2 м; 0,25 м; 0,3 м; 0,4 м; 0,5 м; 0,6 м; 0,7 м; 1,0 м. Фізичні константи: $\nu = 14,2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$, $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Формули для розрахунків:

$$\delta = 0,37 \cdot x \cdot \text{Re}^{-0,2}; \quad \text{Nu} = 2,55 \cdot 10^{-2} \text{Re}^{0,8}; \quad \alpha = \text{Nu} \cdot \frac{\lambda}{x}; \quad \text{Re} = \frac{V}{\nu}.$$

2. Визначити напруження σ_r і σ_T та переміщення u у товстостінному циліндрі з радіусами $r_1 = 0,12$ м, $r_2 = 0,28$ м під дією внутрішнього тиску $p_1 = 180$ МПа та зовнішнього тиску $p_2 = 12$ МПа. Модуль пружності та коефіцієнт Пуассона: $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,3$. Розрахункові формули:

$$\sigma_r = \frac{r_1^2 \cdot p_1 - r_2^2 \cdot p_2}{r_2^2 - r_1^2} - \frac{(p_1 - p_2) \cdot r_1^2 \cdot r_2^2}{R^2 \cdot (r_2^2 - r_1^2)}; \quad \sigma_T = \frac{r_1^2 \cdot p_1 - r_2^2 \cdot p_2}{r_2^2 + r_1^2} + \frac{(p_1 - p_2) \cdot r_1^2 \cdot r_2^2}{R^2 \cdot (r_2^2 - r_1^2)};$$

$$u = \frac{1 - \mu}{E} \cdot \frac{r_1^2 \cdot p_1 - r_2^2 \cdot p_2}{r_2^2 - r_1^2} + \frac{1 + \mu}{E} \cdot \frac{(p_1 - p_2) \cdot r_1^2 \cdot r_2^2}{R^2 \cdot (r_2^2 - r_1^2)}.$$

Роздрукувати σ_T , σ_r , u , R з кроком по радіусу $\Delta R = \begin{cases} 0,01 \text{ якщо } r < R < 0,2; \\ 0,02 \text{ якщо } 0,2 \leq R \leq r_2. \end{cases}$

Визначити окремо σ_T , σ_r , u , при $R = (0,133; 0,1387; 0,1432; 0,177; 0,181; 0,203; 0,234)$ м.

3. Термокамера має піношамотні стінки, товщиною $\delta = 0,35$ м. Температура внутрішньої поверхні стінок $t_{c1} = 1000$ °С, зовнішньої $t_{c2} = 60$ °С. Теплопровідність $\lambda_0 = 0,92 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Визначити температуру t^* стінки, перепад температур Δt та супутні величини: а) на глибині $x = (0; 0,05; 0,1; 0,13; 0,15; 0,18; 0,2; 0,3)$ м; б) на глибині x від 0,1 м до 0,35 м з кроком 0,002 м. Формули для розрахунків:

$$t = \sqrt{\left(\frac{1}{\beta} + t_{c1}\right)^2 - \frac{2 \cdot g x}{\lambda_0 \cdot \beta} - \frac{1}{\beta}}; \quad g = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_{c1} - t_{c2}); \quad \lambda = \lambda_0 \left(1 + \beta \cdot \frac{t_{c1} + t_{c2}}{2}\right);$$

$$t^* = t_{c1} - \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\delta} \cdot x; \quad \beta = \frac{1}{273 + t_{c1}}; \quad \Delta t = t - t^*.$$

4. Мембранна перегородка трубопроводу радіусом $a = 0,36$ м та товщиною $k = 0,03$ м знаходяться під дією тиску $p = 0,28$ МПа ацетилену. Визначити напруження δ_r , δ_τ , а також прогин перегородки W , якщо вона зроблена зі сталі ($E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,31$) з кроком по радіусу $\Delta r = 0,005$ м, а також в точках: $r = (0; 0,008; 0,01; 0,012; 0,018; 0,022; 0,028)$ м. Формули для розрахунків:

$$\delta_r = \frac{6 \cdot p}{16 \cdot k^2} \cdot [a^2(1 + \mu) - r^2(3 + \mu)]; \quad \delta_\tau = \frac{6 \cdot p}{16 \cdot k^2} \cdot [a^2(1 + \mu) - r^2(1 + 3\mu)];$$

$$W = \frac{p}{64R} (a^2 - r^2)^3; \quad R = \frac{Ek^3}{12(1 - \mu)}.$$

5. З резервуару, з температурою $T_0 = 380$ К та під тиском $P_0 = 5$ МПа, через конфузorne сопло витікає кисень у середовище зі змінним тиском $P = (1 \dots 4,8)$ МПа. Коефіцієнт адіабати та інші константи: $K = 1,4$; $R = 8314 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; $\mu = 32$. Визначити швидкість витікання кисню V в залежності від тиску P з кроком його зміни $0,5$ МПа, а також при $P = (1,1; 1,3; 1,8; 2,1; 2,73; 3,8; 4,6)$ МПа. Формула для розрахунку:

$$V = \sqrt{2 \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \frac{R}{\mu} \cdot T_0 \cdot \left[1 - \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}.$$

6. Піч, що обертається, має стінку товщиною $\delta = 0,2$ м та теплопровідністю $\lambda = 4,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$. Температура в печі $t_g = 1300$ °С, ззовні печі $t_n = 28$ °С. Коефіцієнт тепловіддачі в зовнішнє навколишнє

середовище $\alpha_H = 32 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$, а у середині печі він приймає наступні значення:

$$\alpha_\theta = (200; 300; 400; 600; 800; 1100; 1200; 1250; 1300; 1400; 1600; 2000; 3000; 4000) \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Визначити залежність температури стінки всередині та зовні, а також тепловий потік в залежності від коефіцієнта α_θ . Формули для розрахунків:

$$t_1 = t_B - \frac{q}{\alpha_\theta}; \quad t_2 = t_H + \frac{q}{\alpha_H}; \quad q = \frac{t_\theta - t_H}{\frac{1}{\alpha_\theta} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H}}.$$

Розрахувати шукані величини також за умов, $\delta = (0,02 \dots 0,4)$ м з кроком 0,02 м при $\alpha_\theta = 600 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$ 7.

7. Футерівка камери для сушіння клінкеру складається з шарів шамотної ($\delta_1 = 0,15$ м; $\lambda_1 = 0,95 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$) та червоної ($\delta_2 = 0,25$ м; $\lambda_2 = 3,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$) цегли. Температура у камері $t_\theta = 950$ °С, ззовні — $t_{\text{сеп.}} = 20$ °С. Визначити температуру t_1, t_2, t_3 на поверхні стінки камери та між шарами в залежності від коефіцієнта тепловіддачі α_θ при $\alpha_\theta = (300; 350; 400; 450; 520; 535; 600; 670; 700; 720; 790; 810; 830; 870; 900) \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$.

Врахувати $\alpha_c = 320 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$. Розрахувати також залежність

$q = f(\alpha_\theta)$, $\alpha_\theta = (300 \dots 900) \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$ з кроком 50 $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$. Формули для розрахунку:

$$t_1 = t_B - \frac{q}{\alpha_\theta}; \quad t_2 = t_1 - q \frac{\delta_1}{\lambda_1}; \quad t_3 = t_{\text{сеп.}} + q \frac{\delta_2}{\lambda_2}; \quad q = \frac{t_\theta - t_{\text{сеп.}}}{\frac{1}{\alpha_\theta} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_c}}.$$

8. Пластина має довжину $l = 3$ м та знаходиться в потоці рідини. Визначити залежність товщини гідродинамічного шару рідини δ на відстані від краю $x = (0,1; 0,25; 0,28; 0,3; 0,36; 0,39; 0,41; 0,5; 0,6; 0,7; 0,81; 0,9; 0,95; 1,0; 1,3; 1,7; 1,9)$ м. Врахувати $\nu = 3,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $t_0 = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\nu = 15,06 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; $Pe = 0,703$ – параметри рідини в потоці, $\lambda = 2,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}$. Також визначити залежність коефіцієнта тепловіддачі α від координати x , за умови $x = (0,5 \dots l)$ м з кроком 10 см. Формули для розрахунків:

$$\delta = \frac{4,64x}{\sqrt{\text{Re}}}; \quad \text{Re} = \frac{ux}{\nu}; \quad \alpha = \mu_u \frac{\lambda}{x}; \quad \mu_u = 0,335 \text{Re}^{\frac{1}{2}} \cdot Pe^{\frac{1}{3}}.$$

9. Подвійна термостінка виготовлена з магнізітохромата ($\lambda_1 = 4,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}$) товщиною δ_1 та шамотної лещадки ($\lambda_2 = 0,75 \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}$) товщиною $\delta = 0,06$ м. Температура однієї зі сторін стінки $t_{\text{гор}} = 1400 \text{ } ^\circ\text{C}$, другої $t_{\text{хол}} = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$. Коефіцієнти тепловіддачі від стінки $\alpha_2 = 31 \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}$. Тепловий потік крізь стінку $\theta = 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}$. Визначити температуру поверхонь стінок t_1, t_2, t_3 в залежності від товщини: $\delta_1 = (0,3; 0,28; 0,25; 0,22; 0,2; 0,18; 0,15; 0,13; 0,11; 0,1; 0,08; 0,07; 0,06)$ м слою шамотної лещадки. Визначити коефіцієнт α_1 , якщо $\delta = (0,3 \dots 0,05)$ м з кроком 0,05 м. Формули для розрахунків:

$$\alpha_1 = \frac{1}{\beta}; \quad t_1 = t_{\text{гор}} - \frac{\theta}{\alpha_1};$$

$$t_3 = t_2 - \theta \frac{\lambda_2}{\delta_2}; \quad t_2 = t_1 - \theta \frac{\lambda_1}{\delta_1}; \quad \beta = \frac{t_{\text{гор}} - t_{\text{хол}}}{\theta} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}.$$

10. По трубопроводу рухається вода зі швидкістю $g = 0,28$ м/с. Температура стінок трубопроводу $t_c = 62 \text{ } ^\circ\text{C}$. Довжина трубопроводу складає

$l = 2,2$ м. Температура води на вході $t_{\text{вх}} = 12$ °С, на виході $t_{\text{вих}} = 30$ °С. Визначити коефіцієнт тепловіддачі α , якщо діаметр трубопроводу $d = (0,003; 0,006; 0,009; 0,01; 0,012; 0,015; 0,018; 0,021; 0,025; 0,03)$ м, а також величину теплового потоку Q в залежності від діаметру d , якщо діапазон його зміни складає від 0,005 м до 0,03 м з кроком 0,0025 м. Врахувати наступні фізичні коефіцієнти: $\nu_{\text{жс}} = 1,16 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $C_p = 4,17 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг·К); $\lambda_{\text{жс}} = 0,63$ Вт/(м·К); $\rho_{\text{жс}} = 998,6$ кг/м³; $\mu_{\text{жс}} = 1156 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $\mu_c = 550,1 \cdot 10^{-6}$ Па·с. Формули для розрахунків:

$$Q = \alpha [t_c - 0,5(t_{\text{вх}} + t_{\text{вих}})] \pi d l;$$

$$Nu = 1,55 \left(Pe \frac{d}{l} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu_{\text{жс}}}{\mu_c} \right)^{0,14} \cdot \varepsilon; \quad \varepsilon = 0,6 \left(\frac{1}{Re} \frac{l}{d} \right)^{-1/7} \left(1 + 2,5 \frac{1}{Re} \frac{l}{d} \right);$$

$$G = \rho_{\text{жс}} \vartheta \frac{\pi d^2}{4}; \quad Re = \frac{\vartheta d}{\nu_{\text{жс}}}; \quad \alpha = Nu \frac{\lambda_{\text{жс}}}{d}; \quad Pe \frac{d}{l} = \frac{4G C_p}{\pi l \lambda_{\text{жс}}}.$$

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

ФОРМатований вивід. РОБОТА З ТАБЛИЦЕЮ КОДІВ ПЕОМ. БУДУВАННЯ ТАБЛИЦЬ

Мета роботи: навчитись користуватись символами кодової таблиці ПЕОМ, виконувати вивід псевдографічних символів, використовувати форматний вивід і будувати таблиці.

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Для розширення можливостей щодо введення-виведення даних використовують форматове введення-виведення:

WRITE(, M1)* -список виведення

READ (, M2)* -список введення

де $M1$, $M2$ – мітки, на яких встановлено оператори *FORMAT* для форматування введення-виведення значень елементів списку.

В операторі *FORMAT* записуються специфікатори (дескриптори) форматів. Найбільш часто застосовуються наступні специфікатори: I , F , E , D – для числових даних; A – для символьних; H – для холеритових констант; L – для даних логічного типу; X , T , TL , TR , \backslash , $/$ – для переміщення позиції введення-виведення.

Виведення зображення символу на консоль можливо трьома способами. Можна знайти символ на клавіатурі і натиснути на потрібну клавішу. Стандартна клавіатура дозволяє вивести 104 символи. Проте таких можливостей замало. За допомогою комбінації клавіш [ALT+N], де N – номер символу у кодовій таблиці. За допомогою функції ФОРТРАНУ $char(N)$, де N – номер символу від 0 до 255 у кодовій таблиці, можливо програмно вивести зображення будь-якого символу на консоль.

ПОРЯДОК І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. За допомогою функції $char(n)$ отримати таблицю всіх символів консолі ПЕОМ. Результати роботи програми повинні бути направлені до файлу. Передивитися файл п.1 з кодовою таблицею в файловому менеджері FAR (F4 – F8), блокноті або браузері (Internet Explorer, ін.) в різному кодуванні (View – Encoding – ...). Занести до протоколу таблиці символів для консолі і для Window-додатків. Пояснити зміну символів при перемиканні режимів. Зробити записи з поясненнями щодо зображень символів у різних розділах таблиці.

2. Скласти програму, яка за допомогою функції $char(n)$ виводить на екран прізвище, ім'я, по-батькові, групу та 2-3 рядка привітання у кириличних символах консолі. Розроблену програму скопіювати до протоколу.

3. Модифікувати програму, щоб символи вірно відображалися у Window-додатках. Результати роботи перенаправити до текстового файлу, відкрити його у Window-додатках та перенести результати до протоколу. Розроблену програму скопіювати до протоколу.

4. Для програми, яка була розроблена при виконанні індивідуального завдання "ЦИКЛІЧНІ ПРОЦЕСИ. ОРГАНІЗАЦІЯ ЦИКЛІВ ЗАДОПОМОГОЮ ОПЕРАТОРІВ IF TA DO" виконати форматне виведення даних і результатів розрахунків до таблиць, що оформлені символами псевдографіки у кодах консолі. Одну таблицю оформити подвійною рамкою, другу – звичайною. Вихідний файл занести до протоколу.

5. Результати роботи програми п.4 направити до файлу і передивитись у FAR-менеджері. Зробити скріншоти табличного виводу на консоль і включити до протоколу.

7. Отриманий за п.5 файл результатів передивитись у FAR-менеджері, блокноті або у браузері (Internet Explorer, ін.) в різному кодуванні (View – Encoding – ...Cyrillic (DOS/CP-866), Cyrillic (KOI8-R), Cyrillic (KOI8-U), Cyrillic (Windows), ін). В протоколі пояснити причину викривлення символів. Відмітити, у якому кодуванні символи псевдографіки співпадають.

8. Зробити висновки по роботі.

Роздрукуємо таблицю кодів в *Cyrillic (DOS/CP-866)*, яка розміщена нижче, щоб використати її для виконання завдань.

Приклад програми для отримання таблиці кодів (результати її роботи переслати до текстового файлу):

```
Program lab71
DO 10 N=0, 256
10  write(*,*)N, '->',char(N)
stop
end
```

	0->	41->)	90->Z
	1->	42->*	91->[
	2->	43->+	92->\
	3-	44->,	93->]
>		45->-	94->^
		46->.	95->_
		47->/	96->`
	4-	48->0	97->a
>		49->1	98->b
		50->2	99->c
	5->	51->3	100->d
	6->	52->4	101->e
	7->	53->5	102->f
	8->	54->6	103->g
	9->	55->7	104->h
	10->	56->8	105->i
		57->9	106->j
	11->	58->:	107->k
		59->;	108->l
	12->	60-><	109->m
	13->	61->=	110->n
		62->>	111->o
	14->	63->?	112->p
	15->	64->@	113->q
	16->	65->A	114->r
	17->	66->B	115->s
	18->	67->C	116->t
	19->	68->D	117->u
	20->	69->E	118->v
	21->	70->F	119->w
	22->	71->G	120->x
	23->	72->H	121->y
	24->	73->I	122->z
	25->	74->J	123->{
	26->	75->K	124->
	27->	76->L	125->}
	28->	77->M	126->~
	29->	78->N	127->•
	30->-	79->O	128->A
	31->	80->P	129->Б
	32->	81->Q	130->В
	33->!	82->R	131->Г
	34->"	83->S	132->Д
	35->#	84->T	133->Е
	36->\$	85->U	134->Ж
	37->%	86->V	135->З
	38->&	87->W	136->И
	39->'	88->X	137->Й
	40->(89->Y	138->К

139->Л	179->	219->■
140->М	180->├	220->┐
141->Н	181->┤	221->┌
142->О	182->├┤	222->┐┌
143->П	183->├┤┤	223->┐┐
144->Р	184->├┤┤┤	224->p
145->С	185->├┤┤┤┤	225->c
146->Т	186->├┤┤┤┤┤	226->t
147->У	187->├┤┤┤┤┤┤	227->y
148->Ф	188->├┤┤┤┤┤┤┤	228->ф
149->Х	189->├┤┤┤┤┤┤┤┤	229->x
150->Ц	190->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤	230->ц
151->Ч	191->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	231->ч
152->Ш	192->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	232->ш
153->Щ	193->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	233->щ
154->Ъ	194->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	234->ъ
155->Ы	195->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	235->ы
156->Ь	196->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	236->ь
157->Э	197->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	237->э
158->Ю	198->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	238->ю
159->Я	199->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	239->я
160->a	200->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	240->Ā
161->б	201->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	241->ē
162->в	202->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	242->€
163->г	203->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	243->€
164->д	204->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	244->Ī
165->е	205->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	245->ī
166->ж	206->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	246->Ÿ
167->з	207->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	247->ÿ
168->и	208->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	248->°
169->й	209->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	249->·
170->к	210->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	250->·
171->л	211->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	251->√
172->м	212->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	252->№
173->н	213->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	253->¤
174->о	214->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	254->■
175->п	215->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	255->
176->░	216->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	256->
177->▒	217->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	
178->▓	218->├┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤┤	

Приклад програми для написання імені «Ірина» за допомогою таблиці кодів, яка наведена вище.

Program lab72

write(,*)char(73),char(144),char(136),char(141), char(128)*

stop

end

Приклад. Для програми, яка була розроблена при виконанні індивідуального завдання "ЦИКЛІЧНІ ПРОЦЕСИ. ОРГАНІЗАЦІЯ ЦИКЛІВ ЗАДОПОМОГОЮ ОПЕРАТОРІВ IF ТА DO" робимо форматне виведення даних і результатів розрахунків до таблиці, що оформлена символами псевдографіки у кодах консолі.

Текст завдання.

Обчислити значення питомого теплового потоку та коефіцієнт тепловіддачі α при випромінюванні у випадку нагрівання сталеві заготовки в муфельній печі в залежності від температури заготовки. Відношення площі поверхні печі до площі поверхні заготовки $\frac{F_1}{F_2} = 5$. Температура поверхні печі $T_1 = 1273$ К, для температури T_2 заготовки прийняти значення: 373 К, 423 К, 473 К, 523 К, 573 К, 673 К, 773 К, 873 К, 1073 К. Врахувати фізичні константи: $C_0 = 5,67$ Вт/(м²·К⁴), $\varepsilon_1 = 0,3$; $\varepsilon_2 = 0,8$. При розрахунках використовувати оператор DO. Формули для розрахунків:

$$q = \frac{C_0 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{200} \right)^4 \right]}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}; \quad \alpha = \frac{q}{T_1 - T_2}.$$

Таблиця ідентифікаторів, блок-схема та приклад програми наведені у прикладі до завдання №6.

Використання таблиці кодів

Program lb73

DIMENSION T2(9)

DATA T1,N,F12,E1,E2,C0 /1273.,9,5.,.3,.8,5.67/

**T2 /373.,423.,473.,523.,573.,673.,773.,873.,1073./*

WRITE(,11)*

```

11  FORMAT(15H****INPUT DATA:)
    WRITE(*,12) T1,N,F12,E1,E2,C0
12  FORMAT(4H T1=,F6.1,4T,2HN=,1I, 4T, 4HF12=,F3.1,/
    * 2X, 3HE1=,F3.1,4T,3HE2=,F3.1,4T, 3HC0=,F4.2)
    WRITE(*,13)
13  FORMAT(16H****OUTPUT DATA:)
C   Початок таблиці
    WRITE(*,10)
        WRITE(*,20)
            WRITE(*,30)
10  FORMAT(3X,43H ||| )
20  FORMAT(3X,43H || ТЕМПЕРАТУРА || ТЕПЛ. ПОТІК || АЛЬФА ||)
30  FORMAT(3X,43H ||| )
    S=(1./E1)+(F12*((1./E2)-1.))
        DO 50 I=1,N
            Q=C0*(((T1/100.)**4.)-((T2(I)/100.)**4.))/S
            ALFA=Q/(T1-T2(I))
            WRITE(*,40)T2(I),Q,ALFA
50    CONTINUE
40  FORMAT(3X,1H||,E13.6,1H||,E13.6,1H||,E13.6,1H||)
    WRITE(*,60)
60  FORMAT(3X,43H ||| )
    STOP
    END

```

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У яких випадках застосовуються оператор FORMAT?
2. Які специфікатори форматів Вам відомі?
3. Специфікатори форматів дійсних величин. Приклади застосування.

4. Символи кодової таблиці ПЕОМ. Способи вводу і виведення.
5. Причини викривлення символів у різних режимах роботи.
6. Що таке кодова таблиця ПЕОМ?
7. Основна і додаткова частина кодової таблиці.
8. Що таке символи псевдографіки?
9. Способи виведення символів на консоль.
10. Функції для роботи з кодовою таблицею.
11. Які кодові таблиці використовуються найчастіше?
12. Які є спеціальні символи консолі?
13. Призначення та правила запису оператору FORMAT.
14. Сумісна робота операторів WRITE і FORMAT.

Література: [1, 4, 5, 7].

ЗАВДАННЯ

Текст завдання до цієї роботи див. роботу "ЦИКЛІЧНІ ПРОЦЕСИ.
ОРГАНІЗАЦІЯ ЦИКЛІВ ЗАДОПОМОГОЮ ОПЕРАТОРІВ IF ТА DO".

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

1. Брич З.С. Фортран 77 для ПЭВМ ЕС [Текст]: Справочник / З.С. Брич, Д.В. Капилевич, Н.А. Клецкова. – М.: Финансы и статистика, 1991. - 286 с.
2. Брич З.С., Гулецкая О.Н., Капилевич Д.В. и др. Фортран 77 для ЕС ЭВМ.М.: Финансы и статистика, 1989. - 351 с.
3. Бухтияров А.М. и др. Практикум по программированию на Фортране (ОС ЕС ЭВМ). М.: Наука, 1979. - 304 с.
4. Дрейфус М. и др. Практика программирования на Фортране.М.: Мир, 1978. - 224 с.
5. Я. Белецки. Фортран 77. Серия: Алгоритмические языки. Изд-во: М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
6. Рыжиков Ю.И. Программирование на Фортране PowerStation. Практическое руководство. – Санкт-Петербург: Корона принт, 1999. - 159с.
7. Д.Е. Сідоров, І О. Казак. Основи інженерних розрахунків на ПЕОМ. Програмування алгоритмічною мовою ФОРТРАН. – К: Центр учбової літератури, 2016. – 185 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Лабораторна робота № 1. Технічні засоби ПЕОМ. Операційна система. Деякі команди операційної системи.....	6
Лабораторна робота № 2. Робота з системами програмування Фортран.....	10
Лабораторна робота № 3. Операції вводу та виводу, обчислення арифметичних виразів.....	15
Лабораторна робота № 4. Умовні оператори управління, оператор безумовного переходу.....	26
Лабораторна робота № 5. Робота з електронними таблицями. Будування діаграм.....	37
Лабораторна робота № 6. Циклічні процеси. Організація циклів за допомогою операторів IF та DO.....	41
Лабораторна робота № 7. Форматний вивід. Робота з таблицею кодів ПЕОМ. Будування таблиць.....	56
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	64

Сідоров Дмитро Едуардович
Казак Ірина Олександрівна
Івіцький Ігор Ігорович

**ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ НА ПЕОМ. ЧАСТИНА 1.
ПРОГРАМУВАННЯ.**

Лабораторний практикум з навчальної дисципліни

*для підготовки бакалаврів, які навчаються за спеціальністю
133 – «Галузеве машинобудування»,
спеціалізація – «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання
виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів»
денної форми навчання*

Комп'ютерна правка та верстка – авторські